

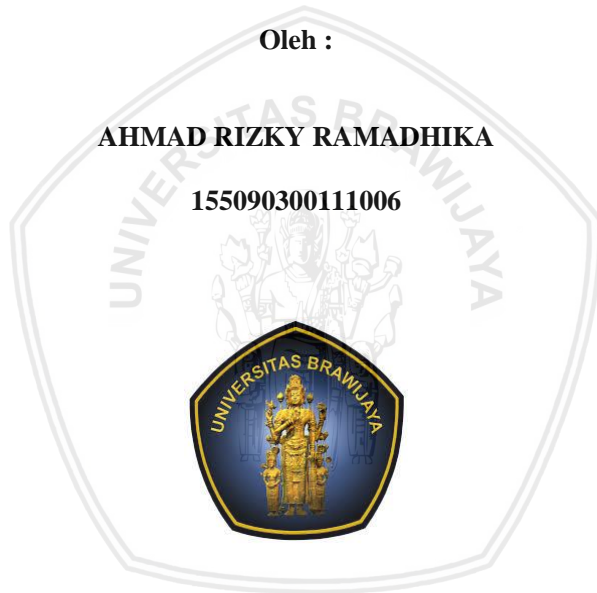
**EFEK PAPARAN GELOMBANG MIKRO SELAMA PROSES
ALKALISASI SERAT SABUT KELAPA TERHADAP
PERUBAHAN KEKUATAN SERAT**

SKRIPSI

Oleh :

AHMAD RIZKY RAMADHIKA

155090300111006



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

**EFEK PAPARAN GELOMBANG MIKRO SELAMA PROSES
ALKALISASI SERAT SABUT KELAPA TERHADAP
PERUBAHAN KEKUATAN SERAT**

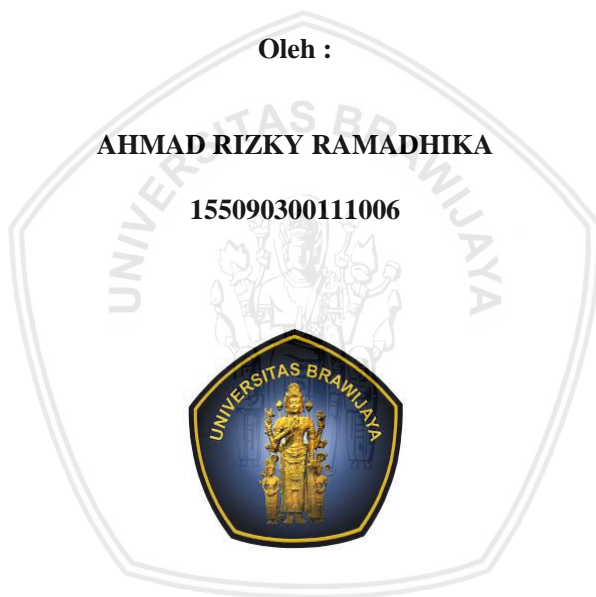
SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
dalam bidang Fisika

Oleh :

AHMAD RIZKY RAMADHIKA

155090300111006



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

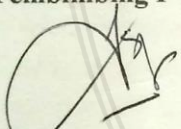
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

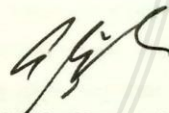
**EFEK PAPARAN GELOMBANG MIKRO SELAMA PROSES
ALKALISASI SERAT SABUT KELAPA TERHADAP
PERUBAHAN KEKUATAN SERAT**

Oleh :


Ahmad Rizky Ramadhika
155090300111006

Setelah dipertahankan didepan Majelis Penguji
pada tanggal **20 JUN 2019**
Dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Fisika
Pembimbing I Pembimbing II


Dr. Istiroyah, S.Si., M.T
NIP 197408151999032002


Dra. Lailatin Nuriyah, M.Si
NIP 195606171986022001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya


Prof. Dr. rer. nat. Muhammad Nurhuda
NIP 196409101990021001



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Ahmad Rizky Ramadhika

NIM : 155090300111006

Jurusan : Fisika

Penulis skripsi berjudul :

**“EFEK PAPARAN GELOMBANG MIKRO SELAMA
PROSES ALKALISASI SERAT SABUT KELAPA
TERHADAP PERUBAHAN KEKUATAN SERAT”**

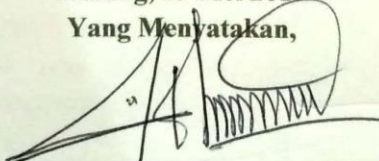
Dengan ini menyatakan:

1. Isi dari Skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya saya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termasuk di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam Skripsi ini.
2. Apabila dikemudian hari ternyata Skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 13 Mei 2019

Yang Menyatakan,



Ahmad Rizky Ramadhika

NIM. 155090300111006



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

EFEK PAPARAN GELOMBANG MIKRO SELAMA PROSES ALKALISASI SERAT SABUT KELAPA TERHADAP PERUBAHAN KEKUATAN SERAT

ABSTRAK

Serat sabut kelapa banyak dimanfaatkan sebagai bahan komposit yang merupakan salah satu cara untuk mengurangi limbah sabut kelapa. Dalam upaya memperbaiki karakteristik mekanik serat, berbagai perlakuan diberikan pada serat sabut kelapa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa pengaruh alkalisasi larutan NaOH yang bersamaan dengan paparan gelombang mikro terhadap sifat mekanik dan morfologi serat sabut kelapa. Pada penelitian ini dilakukan perlakuan perlakuan terhadap serat sabut kelapa dengan konsentrasi 1,5% dengan variasi waktu yaitu 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 menit pada daya 100 watt, 300 watt, dan 450 watt. Karakterisasi dari serat sabut kelapa dilakukan dengan melakukan uji kekuatan tarik yang digunakan standar ASTM D3379-75, analisa kekasaran permukaan menggunakan TMS dan identifikasi gugus fungsi menggunakan FTIR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan yang dilakukan dapat meningkatkan sifat mekanik dari serat sabut kelapa. Kekuatan tarik tertinggi yang didapatkan adalah pada saat daya 450 watt dengan waktu 20 menit yaitu 325 MPa. Penurunan kadar lignin juga didapatkan dari hasil analisa FTIR. Dalam Uji TMS juga didapatkan bahwa setelah diberikan perlakuan kekasaran meningkat.

Kata kunci : serat sabut kelapa, alkalisasi, NaOH, gelombang mikro



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

repository.ub.ac.id

EFFECTS OF MICROWAVE EXPOSURE DURING THE PROCESS OF ALKALIZATION COCONUT FIBER ON THE CHANCE OF FIBER STRENGTH

ABSTRACT

Coconut fiber is widely used as a composite materials which is one way to reduce coconut fiber waste. In an effort to improve the mechanical characteristics of fiber, various treatments are given to coconut fiber. The purpose of this study was to analyze the effect of alkalization of NaOH with microwave radiation aids on the mechanical properties and morphology of coconut fiber. In this study, 1,5% NaOH concentration added to coconut fiber on 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 minutes each time variation, at 100 watts, 300 watts and 450 watts power. Coconut fiber characterization used tensile strength analysis based on ASTM D3379-75 standards, while the roughness surface analysis used TMS and functional group identification used FTIR. The results showed that the treatment carried out can improve the mechanical properties of coconut fiber, with the highest tensile strength 325 MPa obtained at 450 watts power with 20 minutes time. The decrease in lignin levels was also obtained from the results of FTIR analysis. For the TMS test it was also found that after being given treatment the roughness increased.

Keywords : coconut fiber, alkalization, NaOH, microwave



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Efek Paparan Gelombang Mikro Selama Proses Alkalisasi Serat Sabut Kelapa Terhadap Perubahan Kekuatan Serat”** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang Fisika.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari bahwa tanpa adanya dukungan serta bantuan dari berbagai pihak selama masa penelitian, maka laporan ini tidak mungkin terselesaikan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ayah (Muhammad Rujani), ibu (Sudarmini), kakak (Lintang Setyaningrum) dan adik (Tri Afiyanti Ramadhita) yang selalu member doa dan motivasi dari awal penulis menjalankan perkuliahan hingga penulisan skripsi ini, sehingga penulis dapat menjalankan kewajiban dan tanggungjawab dengan baik.
2. Ibu Dr.Istiroyah, S.Si.,M.T selaku dosen pembimbing I dan Ibu Dra. Lailatin Nuriyah, M.Si selaku dosen pembimbing II yang bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, arahan, masukan, dan ilmu-ilmu yang diberikan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
3. Bapak Prof. Dr.rer.nat Muhammad Nurhuda sebagai ketua jurusan Fisika Universitas Brawijaya.
4. Keluarga besar jurusan Fisika mulai dari para dosen Fisika, staff tata usaha, ketua laboratorium, dan para laboran yang sudah membantu serta member fasilitas penulis dalam skripsi ini.
5. Khairunnisa Amalia sebagai pemicu semangat yang selalu memberikan dorongan dan perhatian dalam proses penyelesaian skripsi ini.

6. Seluruh Keluarga Besar BEM FMIPA UB 2018 sebagai tempat bernaung dan yang selalu menemani penulis dalam menjalani proses perkuliahan.
7. Teman-teman jurusan Fisika angkatan 2015, yang sudah berbagi pengalaman dan saling bertukar pendapat selama di perkuliahan.
8. Pramita Dhealia Larasati, Hirzaton Nafisah, dan Ardi Fahreza sebagai teman satu kelompok penelitian serta sebagai rekan terbaik dalam menyelesaikan skripsi.
9. Semua pihak yang terlibat dalam pengerjaan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna, sehingga kritik dan saran sangat diharapkan dari pembaca. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, 13 Mei 2019

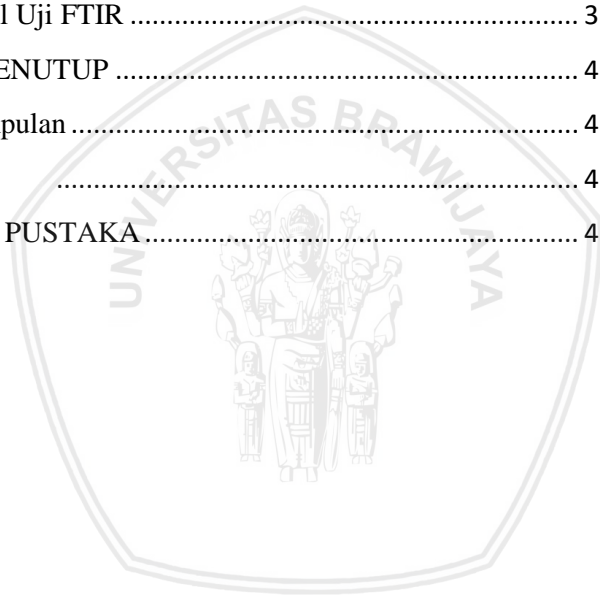
Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB IPENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	4
BAB IITINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Serat Alam.....	5
2.1.1 Komponen Penyusun Serat Alam	6
2.2 Tanaman Kelapa	8
2.2.1 Sabut Kelapa.....	10

2.3 Larutan Natrium Hidroksida (NaOH)	11
2.4 Gelombang Mikro	11
2.5 Kekuatan Tarik	13
2.6 Mikroskop Optik	15
2.7 TMS (<i>Topography Measurement System</i>)	16
2.8 FTIR (<i>Fourier Transform Infra Red</i>)	17
BAB III METODOLOGI	19
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	19
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	19
3.2.1 Alat Penelitian	19
3.2.2 Bahan Penelitian	19
3.3 Metode Penelitian	19
3.3.1 Preparasi Serat Sabut Kelapa	20
3.3.2 Pembuatan Larutan	20
3.3.3 Perlakuan Alkalisasi Serat	21
3.3.4 Pengujian	21
3.3.4.1 Pengujian Tarik	21
3.3.4.2 Uji Morfologi Serat Tunggal	22
3.3.4.3 Uji FTIR	22
3.4 Jumlah Sampel	23
3.4.1 Sampel Serat Sabut Kelapa	23
3.4.1 Total Sampel	23

3.5 Diagram Alir	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Hasil Perlakuan Serat	25
4.2 Hasil Pengujian	27
4.2.1 Hasil Uji Tarik	27
4.2.2 Hasil Uji TMS	33
4.2.3 Hasil Uji FTIR	35
BAB V PENUTUP	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	43





(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	(a) Sabut kelapa; (b) Serat sabut kelapa....	10
Gambar 2.2	<i>Microwave</i>	13
Gambar 2.3	Pengujian Tarik	14
Gambar 2.4	Alat Uji Tarik.....	15
Gambar 2.5	Mikroskop Optik.....	16
Gambar 2.6	Profil Permukaan Suatu Bahan.....	17
Gambar 3.1	Serat Sabut Kelapa	20
Gambar 4.1	Serat Sabut Kelapa (a) Sebelum perlakuan; (b) Setelah di alkalisasi NaOH bersamaan dengan gelombang mikro.....	27
Gambar 4.2	<i>Trendline</i> Kuat Tarik Serat Sabut Kelapa Terhadap Waktu.....	29
Gambar 4.3	<i>Trendline</i>Regangan Serat Sabut Kelapa Terhadap Waktu.....	31
Gambar 4.4	Hasil uji TMS (a) Nilai kuat tarik tertinggi (b) 3D nilai kuat tertinggi (c) Nilai kuat tarik terendah (d) 3D nilai kuat tarik terendah (e) Tanpa perlakuan dan (f) 3D tanpa perlakuan.....	33
Gambar 4.5	Hasil Uji FTIR (a)Serat tanpa perlakuan; (b)Serat yang diberi perlakuan dengan nilai kuat tarik maksimum dan (c)Serat yang diberi perlakuan dengan nilai kuat tarik minimum.....	37



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi Taksonomi Kelapa	9
Tabel 2.2	Sifat Fisika Natrium Hidroksida	11
Tabel 2.3	Spektrum Serapan Komponen Serat	16
Tabel 3.1	Notasi Sampel.....	23
Tabel 3.2	Jumlah Sampel.....	23
Tabel 4.1	Hasil Uji Tarik serat sabut kelapa dengan perlakuan alkalisasi NaOH 1,5% yang bersamaan dengan paparan gelombang mikro	28
Tabel 4.2	Nilai Kekasaran Permukaan Serat Sabut Kelapa Tanpa Perlakuan dengan Kuat Tarik Maksimum dan Minimum	34
Tabel 4.3	Daerah serapan infra merah (IR) pada serat sabut kelapa tanpa perlakuan.....	37
Tabel 4.4	Daerah serapan infra merah (IR) pada serat sabut kelapa pada nilai kuat tarik maksimum dan minimum	38



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Notasi Perlakuan.....	46
Lampiran 1 Perhitungan.....	48
Lampiran 1 Gambar.....	55





(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

1

Komposit sudah lama diaplikasikan pada peralatan guna mempermudah kehidupan manusia. Bagian dari pesawat terbang, kendaraan bermotor, kapal laut dan perabotan rumah tangga merupakan aplikasi dari komposit. Komposit merupakan kombinasi antara dua atau lebih material untuk mendapat sifat antara kedua atau lebih material tersebut. Komposit memiliki kelebihan antara lain ringan, kaku dan tahan lama. Unsur pembentuk komposit adalah matrik dan penguat. Matrik yang umum digunakan adalah polimer berbahan resin dan penguat serat sintetis berbahan dasar serat karbon. Namun, penggunaan kedua jenis material diatas akan mengakibatkan masalah bagi lingkungan karena sulitnya terdegradasi oleh alam. Penggunaan serat alami merupakan usaha yang dilakukan untuk mengurangi dampak lingkungan karena mudahnya terurai di lingkungan secara alami. Selain itu penggunaan serat alam ini mempunyai beberapa kelebihan antara lain: mudah didapat, jumlahnya berlimpah dan dapat diperbaharui (Rodiawan, dkk., 2016).

Salah satu serat alam yang dapat digunakan sebagai bahan dasar komposit yakni sabut kelapa, dimana sabut kelapa mengandung serat yang merupakan material serat alami alternatif dalam pembuatan komposit. Serat kelapa ini mulai dilirik penggunaannya karena selain mudah didapatkan, murah, dapat mengurangi polusi lingkungan (*biodegradability*) sehingga penggunaan sabut kelapa sebagai serat dalam komposit mampu mengatasi permasalahan lingkungan yang mungkin timbul dari

banyaknya sabut kelapa yang tidak dimanfaatkan. Selain itu serat kelapa memiliki sifat tahan lama, ulet, kuat terhadap gesekan, dan tahan terhadap air (Mayati, dkk., 2011). Untuk itu, serat kelapa dapat menjadi alternatif perkembangan komposit.

Dari penelitian yang sudah dilakukan, proses alkalisasi menggunakan konsentrasi larutan NaOH (Natrium Hidroksida) yakni 3%, 5%, dan 7% serta digunakan 2 variasi daya gelombang mikro yaitu 100 Watt dan 450 Watt. Metode yang digunakan dengan perendaman serat dalam proses alkalisasi kemudian dilanjutkan dengan paparan gelombang mikro yang dilakukan secara terpisah. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa proses alkalisasi yang diikuti dengan pengeringan menggunakan gelombang mikro memberikan pengaruh terhadap sifat mekanik serat sabut kelapa. Hal tersebut dapat dilihat pada peningkatan nilai kuat tarik serat sabut kelapa yang terjadi sebelum dan sesudah diberi perlakuan dengan morfologi serat yang dihasilkan lebih kasar (Ayu, 2018).

Pada penelitian ini digunakan perlakuan dengan dilakukannya proses alkalisasi pada serat sabut kelapa. Proses alkalisasi yang terjadi secara kimiawi ini memang diperlukan untuk mendegradasi lignin serat dalam reaksi hidrolisis. Modifikasi perlakuan alkali akan membuka ikatan hidrogen sehingga akan membuat permukaan serat menjadi lebih kasar. Adanya perlakuan alkali pada serat akan menghilangkan sejumlah lignin, lilin, maupun kotoran-kotoran lainnya yang terdapat pada permukaan serat, sehingga terjadi depolimerisasi pada selulosa dan membuat rantai sellulosa pada serat menjadi lebih pendek (Arsyad, 2015). Proses alkalisasi dilakukan dengan konsentrasi larutan NaOH (Natrium Hidroksida) dengan konsentrasi 1,5%. Perlakuan dilakukan dengan paparan gelombang mikro yang bersamaan dengan proses

terjadinya alkalisasi. Gelombang mikro digunakan karena mampu menghasilkan interaksi antara molekul dan ion pada senyawa kimia dan menghasilkan efek panas. Oleh karena itu, penggunaan radiasi gelombang mikro dalam proses reaksi kimia bertujuan untuk mempercepat laju reaksi kimia sehingga membutuhkan waktu yang lebih cepat dan efisien (Ethaib dkk., 2015). Dengan adanya proses alkalisasi bersamaan dengan paparan gelombang mikro, diharapkan dapat membantu proses degradasi kandungan lignin dan memperbaiki sifat mekanik dari serat sabut kelapa tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu :

- a. Bagaimana efek paparan gelombang mikro selama proses alkalisasi terhadap perubahan sifat mekanik dari serat sabut kelapa?
- b. Bagaimana efek paparan gelombang mikro selama proses alkalisasi terhadap morfologi dari serat sabut kelapa?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari peneliti ini yaitu :

- a. Menggunakan larutan NaOH dengan konsentrasi 1,5%.
- b. Serat sabut kelapa yang digunakan merupakan serat jadi yang dibeli di daerah Jember dengan tidak mempertimbangkan usia dari buah kelapanya.
- c. Pengujian yang dilakukan adalah uji tarik dengan data tambahan ukuran diameter serat menggunakan mikroskop optik, uji morfologi dengan TMS, dan uji FTIR.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini yaitu :

- a. Menganalisis efek paparan gelombang mikro selama proses alkalisasi terhadap perubahan sifat mekanik dari serat sabut kelapa.
- b. Menganalisis efek paparan gelombang mikro selama proses alkalisasi terhadap morfologi dari serat sabut kelapa.

1.5 Manfaat

Penelitian yang telah dilakukan diharapkan memberikan manfaat yaitu :

- a. Memberikan informasi mengenai perubahan sifat mekanik yang dialami serat sabut kelapa akibat perlakuan paparan gelombang mikro selama proses alkalisasi.
- b. Memberikan informasi mengenai struktur dan morfologi akibat perlakuan paparan gelombang mikro selama proses alkalisasi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Serat Alam

Serat alam adalah serat yang dapat langsung diperoleh dari alam, biasanya berupa serat organik yang berasal dari tumbuh-tumbuhan dan binatang. Beberapa serat alam telah banyak digunakan oleh manusia, diantaranya adalah rami, ijuk, aren, pandan, goni (kenaf), enceng gondok, nanas-nanasan dan serat sabut kelapa. Sedangkan serat sintetik yang sering digunakan manusia seperti *FiberGlass*, *Carbon*, *Nylon*, *Graphite*, dan *Aluminium* (Bismarck, dkk., 2005). Biasanya sebelum digunakan sebagai penguat dalam komposit, serat alami mendapat perlakuan terlebih dahulu dengan menggunakan cairan kimia seperti NaOH, KMnO₄ dan lainnya. Hal ini bertujuan untuk mengurangi kadar air dan *wax* (lapisan minyak) dalam serat dan mengakibatkan permukaan lebih kasar sehingga akan meningkatkan ikatan dengan matrik yang digunakan (Jamasri dkk, 2005).

Penelitian dan penggunaan serat alami berkembang dengan sangat pesat, karena serat alami banyak mempunyai keunggulan dibandingkan serat buatan (sintetik) seperti beratnya lebih ringan, dapat diolah secara alami dan ramah lingkungan. Serat alami juga merupakan bahan terbarukan dan mempunyai kekuatan dan kekakuan yang relatif tinggi dan tidak menyebabkan iritasi kulit. Disamping keunggulan tersebut, serat alami juga mempunyai kekurangan antara lain dimensinya tidak teratur, kaku, rentan terhadap panas, mudah menyerap air dan cepat lapuk (Oksman dkk, 2003).

2.1.1 Komponen Penyusun Serat Alam

Komponen kimia penyusun suatu tanaman hidup adalah air. Berdasarkan pada berat kering maka dinding sel dari semua tanaman terdiri dari polimer yang berbasis gula (karbohidrat) sehingga terdapat kombinasi komponen kimia diantaranya berupa lignin, bahan ekstraktif, protein, pati, selulosa, hemiselulosa, dan bahan anorganik dengan jumlah yang lebih rendah. Komposisi kimia akan bervariasi pada setiap tanaman, bahkan pada berbagai bagian didalam tanaman yang sama (Young, 1986). Adapun kandungan utama yang memengaruhi daya ikat serat, antara lain:

a. Lignin

Lignin adalah zat yang bedekatan dengan selulosa dan salah satu sel yang terdapat di dalam kayu. Lignin merupakan makromolekul yang kompleks, polimer aromatik alami yang memiliki banyak cabang, memiliki struktur tiga dimensi yang terbuat dari fenil propanoid. Lignin membentuk matriks yang mengelilingi selulosa dan hemiselulosa (Isroi, 2008). Lignin merupakan salah satu komponen penyusun bersama dengan selulosa dan bahan-bahan serat lainnya yang membentuk bagian struktural dan sel tumbuhan. Pada batang tanaman, lignin memiliki fungsi sebagai pengikat komponen penyusun lainnya, sehingga pohon bisa berdiri tegak. Lignin tidak dapat terhidrolisis oleh asam, namun hanya dapat larut di dalam alkali panas dan dapat teroksidasi (Young, 1986).

Lignin mempunyai struktur yang kompleks, tidak teratur, acak, dan penyusun utamanya dari senyawa aromatik yang menambah elastisitas matrik selulosa dan hemiselulosa (Fengel, 1984). Akibat dari sifat kompleks yang dimiliki lignin menyebabkan komponen lignoselulosa yang sulit dipecah. Hal ini dikarenakan struktur kristal pada lignin lebih tinggi daripada

selulosa dan hemiselulosa. Pada suhu tinggi, lignin dapat mengalami perubahan struktur dengan membentuk asam format, metanol, asam asetat, aseton, vanillin, dan lain-lain. Lignin terdiri dari daerah amorf dan bentuk-bentuk terstruktur seperti partikel tabung dan globul.

b. Selulosa

Selulosa merupakan senyawa organik yang terdapat pada dinding sel bersama lignin yang berperan mengkokohkan struktur tumbuhan. Struktur selulosa secara umum berbentuk kristalin, tetapi terdapat juga bagian-bagian yang berbentuk amorf. Tingkat kekristalan selulosa mempengaruhi kemampuan hidrolisis baik secara enzimatik maupun bahan kimia lain. Selulosa berperan besar dalam memberikan kekuatan tarik serta lignin memberi kekuatan tekan dan mencegah pelipatan mikrofibril. Selulosa dan lignin diikat dengan hemiselulosa (Ibrahim,1998).

Selulosa merupakan komponen struktural yang penting dan berperan aktif di semua dinding sel tanaman hijau. Kandungan selulosa yang terdapat pada dinding sel sekitar 35-50% dari berat kering tanaman. Selulosa jika dijabarkan terdiri dari oksigen, karbon, dan hidrogen. Selulosa adalah senyawa polisakarida ($C_6H_{10}O_5$)_n yang mana diturunkan menghasilkan glukosa ($C_6H_{12}O_6$). Kemampuan mengikat hidrogen dapat mengembangkan sifat fisika dari selulosa (Summerscales, 2010).

Sebagai struktur yang berserat dan ikatan-ikatan hidrogen yang kuat, selulosa mempunyai kekuatan tarik yang tinggi dan tidak larut dalam kebanyakan pelarut. Rantai-rantai selulosa bersatu membentuk bundle yang dinamakan mikrofibril. Dalam setiap mikrofibril ada daerah kristalin dan daerah amorf. Daerah kristalin terdiri dari selulosa parallel, sedangkan daerah amorf terdiri dari selulosa yang orientasinya acak (Ibrahim, 1998).

c. Hemiselulosa

Hemiselulosa adalah polisakarida pada dinding sel tanaman yang larut dalam alkali dan menyatu dengan selulosa. Hemiselulosa terdiri atas unit D-glukosa, D-galaktosa, D-manosa, D-xylosa, dan L-arabinosa yang terbentuk bersamaan dalam kombinasi dan ikatan glikosilik yang bermacam-macam. Hemiselulosa terdapat bersamaan dengan selulosa dalam struktur daun dan kayu dari semua bagian tanaman dan juga dalam biji tanaman tertentu (McDonald *et al.*, 2002).

Hemiselulosa merupakan polisakarida heteropolymer yang dapat menyusun dinding sel pada tanaman dengan tingkat tinggi dan terikat pula dengan selulosa dan lignin. Jumlah dari hemiselulosa berkisar antara 15 sampai 30 persen dari berat kering bahan lignoselulosa (Taherzadeh, 1999). Komposisi polimer dari hemiselulosa mengandung asam uronat maka mempunyai sifat asam. Hemiselulosa juga memiliki derajat polimerisasi yang lebih rendah, lebih mudah jika dibandingkan dengan selulosa, dan tidak berbentuk serat-serat yang panjang. Selain itu, hemiselulosa dapat larut dalam alkali dengan konsentrasi yang rendah, dimana semakin banyak cabangnya maka akan semakin tinggi kelarutannya (Kusnandar, 2010).

2.2 Tanaman Kelapa

Kelapa (*Cocos nucifera* Linn.) merupakan salah satu anggota tanaman palma yang paling kenal dan banyak tersebar didaerah tropis. Kelapa adalah satu jenis tumbuhan dari suku aren-arenan dan anggota tunggal dalam marga *Cocos*. Tanaman kelapa memiliki memiliki taksonomi sebagai berikut yang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Klasifikasi Taksonomi Kelapa

Kingdom	Plantae (Tumbuhan)
Subkingdom	Tracheobionta (Tumbuhan berpembuluh)
Super Divisi	Spermatophyta (Menghasilkan Biji)
Divisi	Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)
Kelas	Liliopsida (Berkeping satu / monokotil)
Sub Kelas	Arecidae
Ordo	Arecales
Famili	Arecaceae (Suku pinang-pinangan)
Genius	<i>Cocos</i>
Spesies	<i>Cocos nucifera</i> L.

Tanaman kelapa merupakan tanaman yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Daun muda dari tanaman kelapa dapat dipergunakan sebagai pembungkus ketupat dan sebagai bahan baku obat tradisional. Sedangkan daun tua dapat dianyam dan dipergunakan sebagai atap yang kemudian lidinya digunakan sebagai bahan pembuat sapu lidi. Batang kelapa digunakan sebagai bahan baku perabotan atau bahan bangunan. Buah kelapa terdiri dari sabut, tempurung, daging buah dan air kelapa. Buah kelapa dapat digunakan atau dikonsumsi dari seluruh bagiannya. Airnya untuk minuman segar atau diproses lebih lanjut menjadi nata de coco. Sabutnya untuk bahan baku tali, anyaman keset, matras, dan jok kendaraan. Tempurungnya secara tradisional dapat digunakan sebagai gayung air, mangkuk, atau diolah menjadi bahan baku obat nyamuk bakar, arang, dan karbon aktif. Daging buahnya dapat langsung dikonsumsi atau sebagai bahan bumbu berbagai masakan yang biasanya diproses menjadi santan kelapa, kelapa parutan kering (*desicated coconut*) serta minyak goreng (Allorerung dkk, 2005).

2.2.1 Sabut Kelapa

Sabut kelapa merupakan bagian paling luar dari buah kelapa yang membungkus tempurung kelapa. Ketebalan sabut kelapa berkisar antara 5-6 cm yang terdiri atas lapisan terluar (*exocarpium*) dan lapisan dalam (*endocarpium*). *Endocarpium* mengandung serat-serat halus (Surya dan Suhendar, 2016). Komposisi kimia sabut kelapa terdiri atas selulosa, lignin, pyroligneous acid, gas, arang, ter, tannin, dan potasium. Jika diuraikan, sabut kelapa akan menghasilkan serat sabut (*cocofibre*) dan serbuk sabut (*cococoir*).

Menurut Carrijo, dkk (2002), komposisi dari sabut kelapa terdiri atas serat (*fiber*) dan gabus (*pitch*) yang dapat menghubungkan satu serat dengan serat lainnya. Sabut kelapa terdiri dari 75% serat dan 25% gabus. Serat sabut kelapa memiliki kandungan lignin sebesar (35% – 45%) dan kandungan selulosa sebesar (23%–43%). Serat sabut kelapa merupakan salah satu bahan untuk pembuatan komposit. Serat sabut kelapa juga memiliki keunggulan selain mudah didapat, harganya pun relatif murah (Satyanarayana, 1982). Sabut kelapa dan serat sabut kelapa ditunjukkan pada **Gambar 2.1** sebagai berikut :



(a)



(b)

Gambar 2.1 (a) Sabut kelapa; (b) Serat sabut kelapa

(Wardhani, 2004).

2.3 Larutan Natrium Hidroksida (NaOH)

Natrium hidroksida (NaOH), juga dikenal sebagai soda kaustik, soda api, atau sodium hidroksida, adalah sejenis basa logam kaustik. Ia digunakan di berbagai macam bidang industri, kebanyakan digunakan sebagai basa dalam proses produksi bubur kayu dan kertas, tekstil, air minum, sabun dan deterjen. Natrium hidroksida (NaOH) memiliki karakteristik secara fisika seperti tercantum dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Sifat Fisika Natrium Hidroksida (NaOH)

Sifat Fisika	Nilai
Fase	Padat
Densitas	2,1 g/cm ³
Titik Didih	1390°C
Titik Leleh	318°C

Secara kimiawi larutan NaOH bersifat sangat basa dan biasanya digunakan untuk reaksi dengan asam lemah, dimana asam lemah seperti natrium karbonat tidak efektif. NaOH tidak bisa terbakar meskipun reaksinya dengan metal amfoter seperti aluminium, timah, seng menghasilkan gas nitrogen yang bisa menimbulkan ledakan. NaOH juga digunakan untuk mengendapkan logam berat dan dalam mengontrol keasaman air (Rodiawan, dkk., 2016).

2.4 Gelombang Mikro

Gelombang mikro adalah gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang sekitar 30 cm hingga 1 mm yang menghasilkan frekuensi antara 1 hingga 30 GHz (Pustekkom, 2007). Gelombang elektromagnetik membawa sejumlah energi yang dapat dipindahkan secara radiasi atau tanpa melalui perantara. Sebagai gelombang elektromagnetik, gelombang mikro membawa

medan listrik dan medan magnet. Gaya listrik yang diakibatkan adanya medan listrik dari gelombang mikro akan mengenai molekul-molekul yang bersifat polar atau mempunyai dua kutub positif dan negatif, seperti air, sehingga molekul tersebut bergerak dan saling bertumbukan maka akan dihasilkan panas. Panas tersebut akan meningkatkan suhu molekul yang dikenai gelombang mikro dalam sebuah *microwave*.

Sistem pemanasan gelombang mikro terdiri dari sumber listrik DC yang berfungsi sebagai penyedia tenaga listrik untuk menghasilkan energi gelombang mikro, sebuah magnetron yang berfungsi sebagai pengubah tenaga listrik menjadi energi gelombang mikro, sebuah alat aplikator yang berfungsi untuk menyampaikan energi gelombang mikro pada obyek yang dituju, serta berbagai panel kontrol listrik instrumentasi, dan otomatisasi system (*Center for Materials Fabrication, 1993*). *Microwave* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *microwave* dengan daya output maksimal 800 watt.

Mekanisme dasar pemanasan gelombang mikro disebabkan molekul-molekul polar atau ion-ion yang bergerak karena adanya gerak medan magnetik. Adanya gerakan medan magnetik menyebabkan partikel-partikel mencoba untuk berorientasi atau mensejajarkan dengan medan tersebut. Pergerakan partikel tersebut dibatasi oleh gaya pembatas (interaksi partikel dan ketahanan dielektrik) sehingga menyebabkan gerakan partikel tertahan dan membangkitkan gerakan acak dan menghasilkan panas (Taylor, 2005).

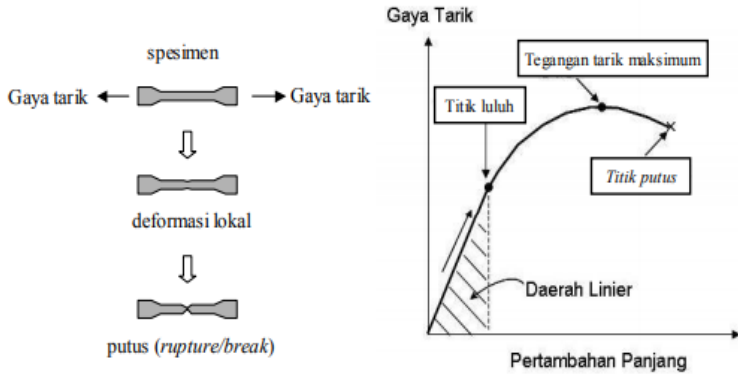


Gambar 2.2 Microwave

2.5 Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik adalah tegangan maksimum yang bisa ditahan struktur pada kondisi tarik. Kekuatan tarik serat dapat diperoleh dari pengujian tarik yaitu pengujian yang umum dilakukan terhadap material teknik untuk mendapatkan karakteristik deformasi kekuatan dari material. Kekuatan serat tunggal akan mampu memberi informasi kekuatan komposit secara keseluruhan. Model perpatahan serat tunggal juga dapat juga memberi informasi perilaku komposit saat di kenakan beban dimana ujung kerja serat sebagai fungsi penguat komposit adalah menjadi perhatian utama pada penelitian komposit polimer dengan penguat serat alam.

Uji tarik adalah salah satu cara pengujian bahan yang paling mendasar untuk mengetahui kekuatan tarik. Pengujian ini sangat sederhana, tidak mahal, dan sudah mengalami standarisasi di seluruh dunia misalnya di Amerika dengan ASTM D3379-75. Dengan menarik suatu bahan akan diketahui bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui pertambahan Panjang dari suatu objek. Alat eksperimen untuk uji tarik ini harus memiliki cengkeraman (*grip*) yang kuat dan kekakuan yang tinggi (*highly stiff*).



Gambar 2.3 Pengujian Tarik

Kurva di atas menunjukkan hubungan antara gaya tarikan dengan perubahan panjang.

Tegangan adalah beban dibagi luas penampang bahan sedangkan regangan adalah pertambahan panjang dibagi panjang awal bahan.

$$\text{Tegangan} : \sigma = F/A$$

F: gaya tarikan

A: luas penampang

$$\text{Regangan} : \epsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

ΔL : pertambahan Panjang

L: panjang awal

Hubungan antara tegangan dan regangandirumuskan:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \text{ (Callister, 2004).}$$



Gambar 2.4 Alat Uji Tarik

2.6 Mikroskop Optik

Mikroskop optik memiliki tiga dimensi lensa antara lain lensa objektif, lensa okuler, dan lensa kondensor. Lensa objektif dan lensa okuler terletak pada kedua ujung tabung mikroskop optik. Lensa okuler pada mikroskop bias membentuk bayangan tunggal (*monokuler*) atau ganda (*binokuler*) (Hariono, 2009). Pengujian mikroskop optik digunakan untuk memperoleh hasil yang terlihat besar dari objek orde mikro. Citra yang terbentuk dari mikroskop optik berasal dari hasil difraksi. Spesimen citra tersebut sebagai superposisi kompleks dari kisi-kisi dengan berbagai konstanta kisi. Dari beberapa cahaya yang ada akan melewati spesimen dan hanya memperlihatkan latar belakang yang terang dan seragam. Cahaya yang telah terdifraksi akan membawa informasi mengenai struktur pada specimen (Satyanarayana, dkk.,1982).

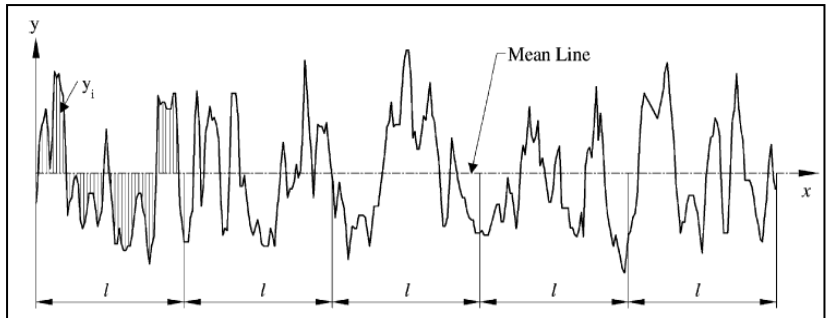


Gambar 2.5 Mikroskop Optik

2.7 Topography Measurement System (TMS)

TMS atau *Topography Measurement System* merupakan suatu instrumen material yang berfungsi untuk menentukan kekasaran suatu permukaan bahan dengan menerapkan prinsip interferometer Michelson yang memanfaatkan gejala dari interferensi gelombang. Beda lintasan optik yang terjadi ketika gelombang berinterferensi akan menghasilkan suatu pola gelap dan terang. Karena *beam splitter* membagi cahaya menjadi dua bagian. Bagian yang pertama diarahkan ke suatu cermin yang akan dipantulkan kembali ke *beam splitter* yang kemudian menuju ke *screen*. Adapun bagian yang satunya ke permukaan benda yang juga akan dipantulkan kembali ke *beam splitter*, kemudian bersatu dengan cahaya dari cermin menuju layar, sehingga kedua sinar akan berinterferensi dalam menampilkan profil permukaan suatu benda (Setyahandana dkk., 2013).

Parameter kekasaran yang paling umum digunakan adalah nilai kekasaran aritmatika (R_a). Kekasaran aritmatik (R_a) merupakan harga rata-rata aritmatik dari profil permukaan suatu bahan dibagi dengan harga absolut jarak antara profil terukur dengan profil tengah (*mean line*) (Gadelmawla dkk., 2002).



Gambar 2.6 Profil permukaan suatu bahan (Gadelmawla dkk., 2002).

2.8 *Fourier Transform Infra Red (FTIR)*

Pada dasarnya Spektrofotometer FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) sama dengan Spektrofotometer IR disperse. Yang membedakan adalah pengembangan energi optiknya sebelum berkas sinar infra merah melewati objek. Dasar pemikiran dari Spektrofotometer FTIR yaitu dari persamaan gelombang seperti:

$$f(t) = a_0 + a_1 \cos w_0t + a_2 \cos w_0t + \dots + b_1 \cos w_0t + b_2 \cos 2w_0t$$

Atom-atom pada molekul tidak diam namun bervibrasi. Bila radiasi infra merah dengan energinya sesuai dengan frekuensi vibrasi rentangan (*stretching*) dan vibrasi bengkokan (*bending*) dari ikatan kovalen, maka molekul-molekul akan menyerap energi dan terjadi transisi diantara energi vibrasi dasar dan tingkat vibrasi tereksitasi (Hendayana, 1994).

Tabel 2.3 Spektrum serapan komponen serat

Fiber Component	Wave Number (cm ⁻¹)	Functional Group
Cellulose	4000-2995 2890 1640 1270-1232 1170-1082	OH H - C - H Fiber - OH C - O - C C - O - C
Hemicellulose	4000-2995 2890 1765-1715 1108	OH H - C - H C = O OH
Lignin	4000-2995 2890, 1730-1700 1632 1613, 1450 1430 1270-1232 1215 1108 700-900	OH H - C - H C = C C = C O - CH ₃ C - O - C C - O OH C - H

BAB III

METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada Januari 2019 – April 2019. Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Biofisika Jurusan Fisika Universitas Brawijaya. Pengujian dilakukan di Laboratorium Material Jurusan Fisika Universitas Brawijaya serta Unit Analisis dan Pengukuran Jurusan Kimia Universitas Brawijaya.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu timbangan digital, pengaduk larutan, *beaker glass* 500 ml, *microwave* ME731, gunting, alat uji tarik *tensile strength* ZP recorder 50 N imada, mikroskop optik *Olympus* BX51, TMS, dan alat uji FTIR.

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu serat sabut kelapa, Aquades, Larutan NaOH (1,5%), kapas, aluminium foil, plastik klip, lem, dan kertas.

3.3 Metode Penelitian

Tahapan dalam penelitian ini yakni berupa persiapan atau preparasi sampel serat sabut kelapa dan pengenceran larutan NaOH

dengan akuades, alkalisasi serat dengan *microwave*, dan pengujian serat.

3.3.1 Preparasi Serat Sabut Kelapa

Serat sabut kelapa didapatkan dari limbah tempat penggilingan kelapa di CV Sumpersari Jember. Serat sabut kelapa dipilih secara manual yang kemudian ditimbang dengan masing-masing sebanyak 10 gram untuk persiapan 21 sampel yang akan diambil satu variasi konsentrasi. Sampel yang sudah dipilih langsung ditimbang sebanyak 10 gram yang ditunjukkan seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Serat sabut kelapa

3.3.2 Pembuatan Larutan

Larutan yang digunakan pada penelitian ini yaitu larutan Natrium Hidroksida (NaOH), dimana larutan ini tidak diperdagangkan secara luas. Larutan ini diperoleh dari toko Sari Kimia Kota Malang. Larutan NaOH ini berbentuk padatan yang belum teroksidasi. Pembuatan larutan dilakukan dengan cara melakukan pelarutan. Pelarutan dilakukan untuk memperoleh

variasi konsentrasi untuk perlakuan alkalisasi serat. Konsentrasi larutan yang diperlukan 1,5%. Pelarutan NaOH untuk kadar konsentrasi 1,5% menggunakan 6 gram larutan NaOH yang kemudian ditambahkan aquades sebanyak 400 ml dan diaduk hingga cairan NaOH tercampur di dalam beaker glass.

3.3.3 Perlakuan Alkalisasi Serat Bersamaan dengan Paparan Gelombang Mikro

Serat sabut kelapa yang telah ditimbang 10 gram dimasukkan ke dalam beaker glass berukuran 500 ml yang sebelumnya telah dilakukan pelarutan NaOH dengan konsentrasi yang berbeda. Serat sabut kelapa yang sudah terletak di dalam beaker glass dapat langsung dimasukkan ke dalam microwave. Pada microwave diatur daya yang digunakan yaitu 100W, 300W, dan 450W dengan ketentuan variasi waktu diantaranya 5, 10, 15, 20, 25, 30 dan 35 menit. Tujuan dari alkalisasi bersamaan dengan microwave, untuk merusak langsung kandungan lignin yang berada di serat sabut kelapa. Setelah serat selesai dialkalisasi kemudian dibilas dengan aquades. Serat sabut kelapa yang telah melewati proses tersebut selanjutnya memasuki tahap *natural drying* yaitu serat diangin-anginkan secara alami untuk mengurangi kadar air yang berlebihan.

3.3.3 Pengujian

3.3.3.1 Pengujian Tarik

Alat yang digunakan dalam pengujian tarik ini adalah alat uji tarik *tensile strength ZP recorder 50 N imada*. Pengujian tarik serat tunggal dilakukan dengan ditempelkannya serat pada sisi atas dan sisi bawah pada kertas, kemudian sisi atas dan sisi bawah dijepit

pada penjepit alat uji tarik. Seperangkat alat uji tarik terdiri dari komputer dan alat uji tarik itu sendiri. Alat uji tarik disesuaikan dengan software yang terdapat pada komputer. Ketika alat uji tarik dan software sudah ON, maka dilakukan perekaman grafik oleh software yang bersamaan dengan gaya yang diberikan saat menarik spesimen(konstan). Serat yang putus akan terekam gaya maksimal serta regangan dari serat tersebut. Pengujian tarik ini dilakukan di Laboratorium Material Jurusan Fisika Universitas Brawijaya. Pengujian tarik ini dimaksudkan untuk mengetahui kuat mekanik dari suatu serat tunggal setelah diberi perlakuan alkalisasi. Nilai yang didapatkan dari uji tarik ini berupa tegangan, regangan, dan modulus elastisitas serat tunggal sabut kelapa. Selain itu data diameter serat untuk mendapatkan nilai luas penampang didapatkan menggunakan alat mikroskop optik BX51.

3.3.3.2 Uji Morfologi Serat Tunggal

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui struktur morfologi permukaan serat akibat *treatment* yang diberikan. Pengujian ini dilakukan dengan alat uji TMS. Tujuan pengujian dengan alat uji TMS yaitu untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap permukaan serat dan perbandingan kekasaran yang lebih detail dari morfologi serat sabut kelapa antara sampel *nontreatment* dan *treatment*.

3.3.3.3 Uji FTIR

Pengujian FTIR ini dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat di dalam serat sabut kelapa *nontreatment* dan *treatment*, sehingga dapat dianalisis kandungan yang terdapat di dalamnya. Pengujian ini dilakukan di Unit Analisis dan Pengukuran Jurusan Kimia Universitas Brawijaya, dimana sebelum

melakukan pengujian serat diblender dahulu agar hasilnya dapat terbaca oleh alat yang digunakan.

3.4 Jumlah Sampel

3.4.1 Sampel Serat Sabut Kelapa

Tabel 3.1 Notasi Sampel

Waktu (Menit)& Daya (Watt)	5	10	15	20	25	30	35
100	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
300	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
450	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7

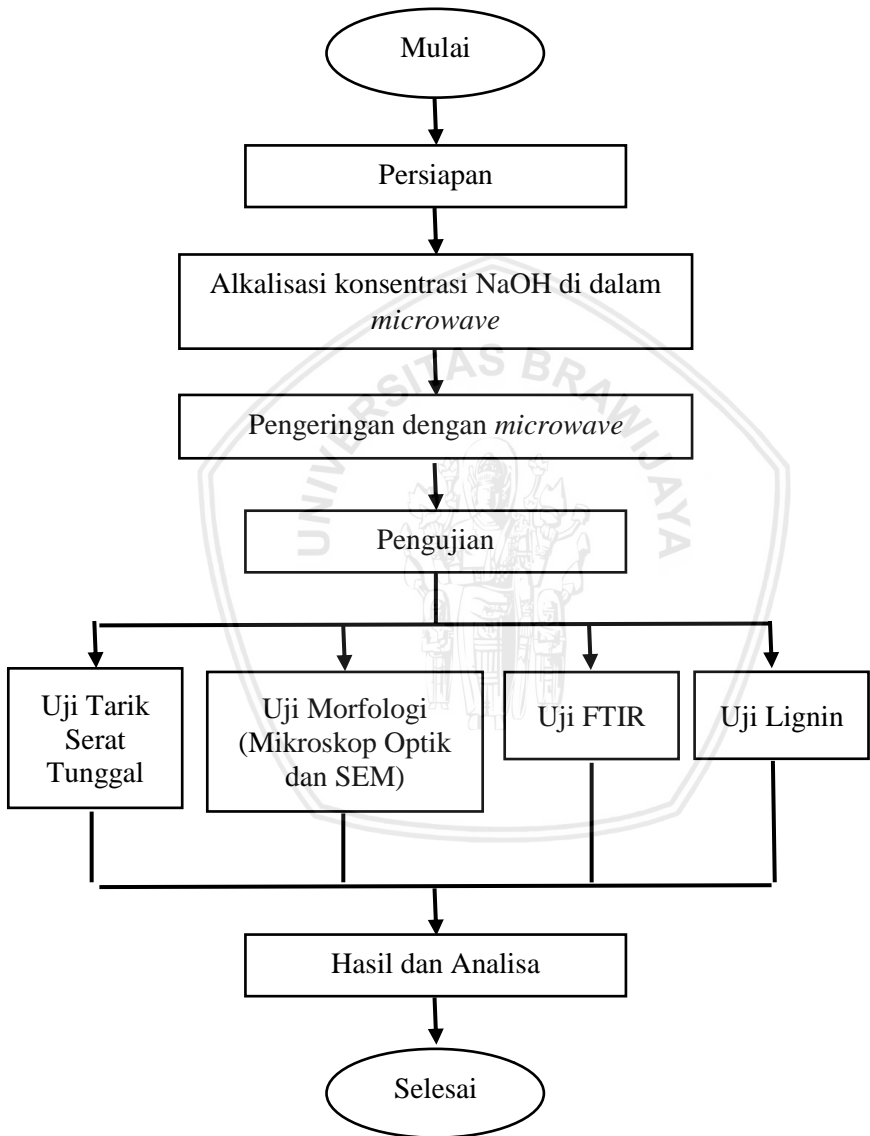
3.4.2 Total Sampel

Tabel 3.2 Jumlah Sampel

Keterangan	Serat <i>Treatment</i>	Serat <i>Nontreatment</i>
Serat Sabut Kelapa	21	1
Total	22	

Seluruh sampel menggunakan alkalisasi larutan NaOH dengan konsentrasi 1,5%. Setiap sampel dibutuhkan tiga kali pengulangan sebagai pembanding, maka seluruh sampel yang dibutuhkan sebanyak 66 sampel serat sabut kelapa.

3.5 Diagram Alir



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 HASIL PERLAKUAN SERAT

Pada penelitian ini, serat sabut kelapa yang digunakan adalah serat kelapa yang sudah tua dan berwarna kecoklatan. Sebelum dilakukan perlakuan, serat di bersihkan dari kotoran dan sisa-sisa gabus yang menempel pada permukaan serat sehingga hasil yang diinginkan adalah serat yang bersih dan telah berpisah dengan gabusnya serta ukurannya seragam. Serat yang telah dibersihkan ditunjukkan oleh Gambar 4.1 (a).

Serat yang sudah dibersihkan disiapkan untuk diberi perlakuan alkalisasi NaOH bersamaan dengan paparan gelombang mikro, dengan menggunakan satu konsentrasi dan variasi dari daya dan waktu. Untuk proses pengeringan digunakan pengeringan menggunakan suhu ruang. Hasil dari perlakuan alkalisasi NaOH bersamaan dengan paparan gelombang mikro, serat mengalami perubahan warna yang tidak signifikan dari coklat menjadi agak kecoklatan yang ditunjukkan oleh Gambar 4.1(b). Hal ini disebabkan oleh hilangnya lignin dan kotoran yang terdapat pada permukaan serat.

Proses alkalisasi dengan menggunakan NaOH digunakan pada modifikasi serat alam untuk meningkatkan kompatibilitas antara matriks dengan serat. Dengan berkurangnya hemiselulosa, lignin atau pektin serat, akan meningkatkan kekasaran permukaan yang menghasilkan *mechanical interlocking* yang lebih baik antara serat dengan matrik, dan juga dengan proses perendaman akan memunculkan pori-pori disekitar permukaan serat. Natrium hidroksida (NaOH) adalah basa yang paling umum digunakan dalam laboratorium kimia. Natrium hidroksida (NaOH) murni

berbentuk putih padat dan tersedia dalam bentuk butir. Lignin nantinya akan ikut larut dalam aquades yang terbilas yang ditandai dengan terjadinya perubahan warna menjadi lebih gelap.

Selanjutnya serat di alkalisasi NaOH dengan konsentrasi 1,5% yang bersamaan dengan paparan gelombang mikro. Dengan daya 100 watt, 300 watt dan 450 watt. Dengan variasi waktu yaitu (5, 10, 15, 20, 25, 30 dan 35 menit). Setelah dilakukan alkalisasi bersamaan dengan paparan gelombang mikro serat sabut kelapa mengalami perubahan warna menjadi lebih gelap jika dibandingkan sebelumnya.

Perlakuan paparan gelombang mikro pada serat mempengaruhi molekul air yang ada pada serat. Ketika serat dilakukan perendaman di dalam *microwave*. Molekul air akan mengalami gesekan dengan panas dari paparan gelombang mikro. Akibat dari terganggunya molekul air pada serat ini akan mengalami penguapan dan diharapkan penyerapan energi akan maksimum. Proses alkalisasi ini selain mengurangi kelembaban juga dapat mengubah warna serat dan mempengaruhi kekasaran.

Pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat serat alam selulosa dapat meningkatkan kandungan air secara optimum. Hal ini mampu mereduksi sehingga sifat alami serat yang *hydrophilic* dapat memberikan ikatan *interfacial matriks* secara optimal (Bismarck, 2002).

Penggunaan *Microwave* yang menggunakan radiasi gelombang mikro adalah dengan melewati radiasi gelombang mikro pada molekul air, lemak, maupun gula yang sering terdapat pada bahan serat. Molekul-molekul ini akan menyerap energi elektromagnetik tersebut. Proses penyerapan energi ini disebut sebagai pemanasan dielektrik (*dielectric heating*). Molekul-molekul pada serat bersifat elektrik dipol (*electric dipoles*), artinya molekul tersebut memiliki muatan negatif pada satu sisi dan

muatan positif pada sisi yang lain. Akibatnya, dengan kehadiran medan elektrik yang berubah-ubah yang diinduksikan melalui gelombang mikro pada masing-masing sisi akan berputar untuk saling mensejajarkan diri satu sama lain. Pergerakan molekul ini akan menciptakan panas seiring dengan timbulnya gesekan antara molekul yang satu dengan molekul lainnya. Energi panas yang dihasilkan oleh peristiwa inilah yang berfungsi sebagai pemecah ikatan yang ada pada serat dan akan mendegradasi lignin dan kotoran.



Gambar 4. 1 Serat sabut kelapa (a) Sebelum perlakuan (b) Setelah di alkalisasi NaOH bersamaan dengan gelombang mikro

4.2 Hasil Pengujian

4.2.1 Uji Tarik Serat Sabut Kelapa

Pengujian tarik serat sabut kelapa bertujuan untuk mengetahui kuat tarik pada serat yang sudah diberikan perlakuan dan sebelum diberi perlakuan. Hal ini nanti akan menentukan perbandingan hasil sebelum diberikan perlakuan dan setelah diberikan perlakuan dan dipilih yang paling optimum.

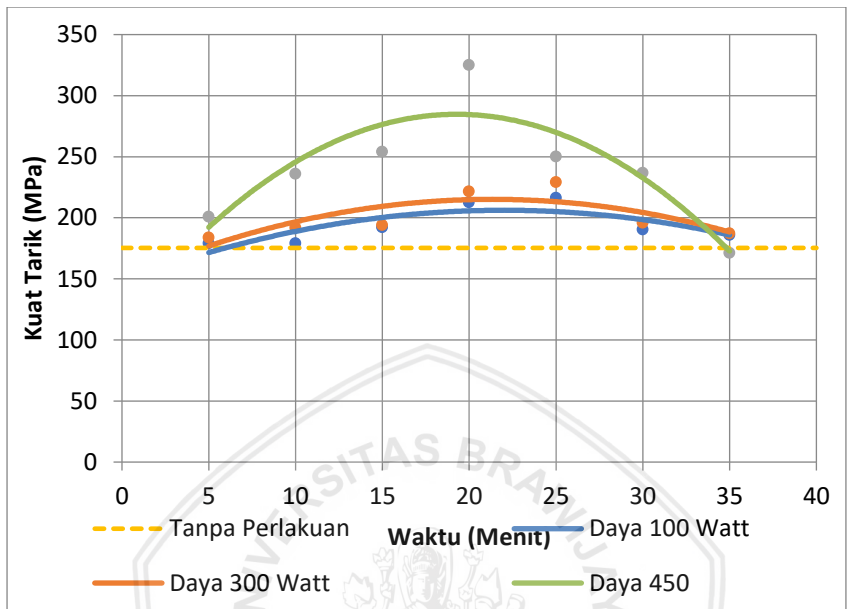
Dilakukan uji tarik serat kelapa dengan perlakuan alkalisasi NaOH 1,5% yang bersamaan dengan paparan gelombang mikro pada daya 100 watt, 300 watt dan 450 watt. Dengan variasi

waktu (5, 10, 15, 20, 25, 30, dan 35 menit). Hasil uji tarik dapat ditampkkan pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil uji tarik serat sabut kelapa

Daya (Watt)	Waktu (Menit)	Regangan (%)	Kuat Tarik (MPa)
Tanpa Perlakuan		24,84	175,33
100	5	24,58	179,12
	10	25,46	179,05
	15	26,42	192,31
	20	26,69	212,68
	25	29,08	216,32
	30	30,47	190,47
	35	29,65	185,83
300	5	25,00	183,79
	10	25,53	191,99
	15	27,37	193,99
	20	28,17	221,61
	25	26,16	229,22
	30	28,82	195,81
	35	25,00	187,32
450	5	26,45	200,89
	10	27,58	235,88
	15	30,24	254,16
	20	30,97	325,00
	25	27,49	250,09
	30	32,16	236,91
	35	26,52	171,27

Berdasarkan Tabel 4.1 didapatkan hasil uji tarik tertinggi yaitu pada daya 450 watt dengan waktu 20 menit dengan nilai 325 MPa dan untuk yang terendah yaitu pada daya 450 watt dengan waktu 35 menit dengan nilai 171,27 MPa.

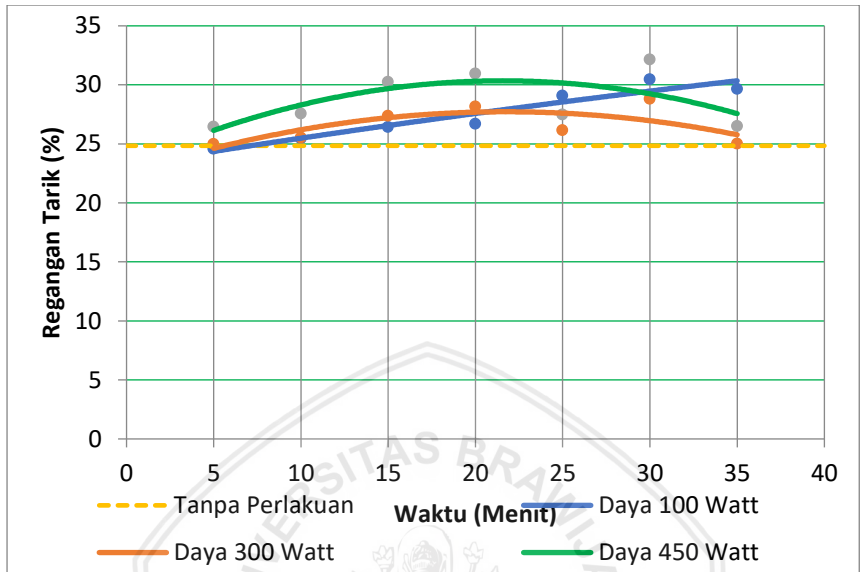


Gambar 4.2 Grafik kuat tarik serat sabut kelapa terhadap waktu

Gambar 4.2 menunjukkan pola kuat tarik dari serat kelapa yang sudah diberi perlakuan dan sebelum diberi perlakuan pada hal ini menunjukkan pola yang naik turun antara daya 100, 300, dan 450 watt. Pada daya 100 watt dan 300 watt grafik yang terbentuk hampir sama yaitu nilai kuat tariknya dari 5 menit selalu mengalami kenaikan hingga 25 menit dan kemudian turun hingga 35 menit. Namun pada daya 100 watt pada waktu 10 menit mengalami penurunan. Pada daya 450 watt kuat tarik serat selalu mengalami kenaikan hingga waktu 20 menit dan selanjutnya mengalami penurunan hingga 35 menit. Hasil ini menunjukkan bahwa kuat tarik yang turun disebabkan oleh penyerapan energi yang kurang maksimal. Pada garis kuning linear menunjukkan hasil dari kuat tarik tanpa perlakuan dengan hasil sebesar 175,33 MPa.

Pada penelitian ini dilakukan alkalisasi bersamaan dengan paparan gelombang mikro. Hal ini diharapkan energi yang dihasilkan dari *microwave* akan diserap oleh serat dan akan membantu proses pelepasan lignin dan kotoran sehingga serat akan semakin meningkat kekuatannya. Untuk proses paparan energi yang terlalu lama akan membuat serat menjadi menurun kuat tariknya. Dari hasil yang sudah didapatkan dalam waktu 35 menit pada daya 450 watt didapatkan hasil yang paling minimum yaitu 171,27 MPa.

Pada waktu perendaman alkalisasi berbantu *microwave* dengan waktu 35 menit dan daya 450 watt memiliki nilai kuat tarik yang berada di bawah nilai dari kuat tarik tanpa perlakuan yaitu 175,33 MPa. Hal ini disebabkan oleh semakin lamanya serat berada dalam proses perendaman didalam *microwave* sehingga menyebabkan degradasi dari lignin yang berlebihan dan menyebabkan kekuatan seratnya berkurang dan menjadi rapuh (imoisili et al., 2018), posisinya berada di titik jenuh dari penyerapan energi tersebut sehingga menyebabkan nilai yang sangat minimum.



Gambar 4.3 Grafik regangan serat sabut kelapa terhadap waktu

Gambar 4.3 menunjukkan pola regangan serat kelapa sebelum diberikan perlakuan dan setelah diberikan perlakuan. Dari pola yang sudah didapatkan pada saat penambahan waktu perendaman akan ada penambahan dari regangannya seperti yang terlihat pada Gambar 4.3. Pada waktu 5 menit regangan cenderung bernilai rendah dan untuk waktu yang lama regangan bertambah nilainya namun akan berkurang kembali pada perendaman dalam waktu yang lebih lama seperti pada 35 menit karena paparan gelombang mikro yang juga terlalu lama. Untuk nilai tertinggi pada regangan yang dihasilkan adalah pada daya 450 watt dengan waktu 30 menit dengan hasil regangan 32,16 %. Sedangkan untuk regangan terendah nilainya adalah 24,58 % pada waktu 5 menit dengan daya 100 watt.

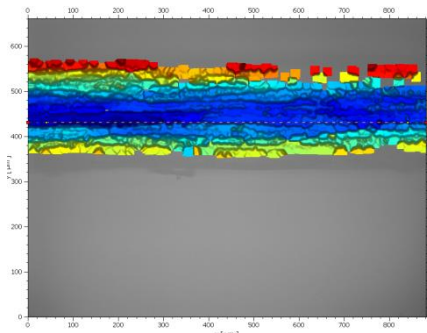
Regangan adalah perubahan pada ukuran sebuah benda karena gaya dalam kesetimbangan dibandingkan dengan ukuran semula. Kata regangan berhubungan dengan perubahan relatif dalam dimensi atau bentuk suatu benda yang mendapat tekanan. Ketika serat diberikan gaya tarik maka serat akan mengalami pertambahan panjang dan setelah mencapai titik elastis maka serat akan putus. Hal ini menunjukkan bahwa regangan pada serat yang diberikan perlakuan daya 450 watt dan waktu 30 menit memiliki sifat kelenturan yang tinggi.

Dari grafik pada Gambar 4.3 didapatkan grafik yang non linear. Hal ini disebabkan karena serat memiliki sifat plastis. Sifat plastis adalah keadaan dimana apabila serat diberikan sebuah gaya maka tidak akan bisa kembali ke bentuk semula

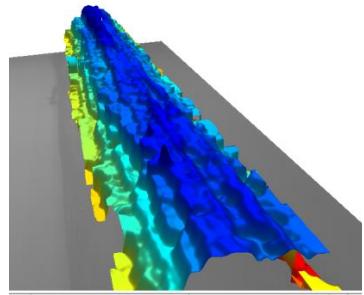
Pada saat serat kelapa diberikan gaya secara terus menerus. Maka serat akan mengalami pertambahan panjang dan akan mencapai puncak deformasi pada titik tertentu yang selanjutnya akan putus. Sehingga kenaikan gaya akan bertambah secara perlahan tetapi untuk pertambahan regangan akan terus menerus naik.

4.2.3 Uji TMS (*Tomography Measurement System*)

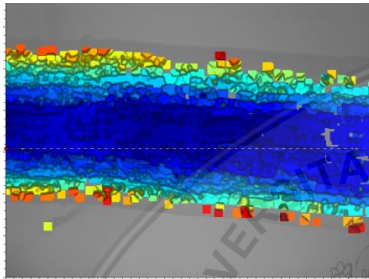
Analisis pengujian TMS (*Tomography Measurement System*) digunakan untuk mengetahui kekasaran dari serat sabut kelapa berdasarkan pada pemetaan kontur permukaan. Morfologi permukaan lapisan didapatkan dari kekasaran atau kehalusan permukaan yang terbentuk. Hasil dari uji TMS ditunjukkan oleh Gambar 4.5



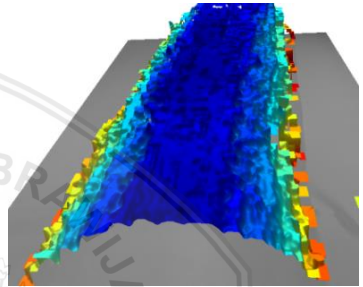
(a)



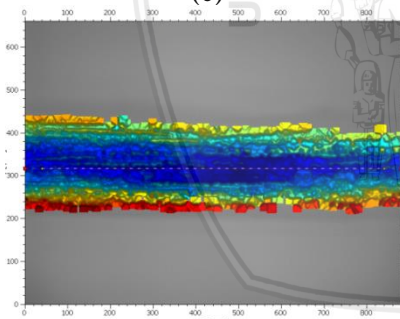
(b)



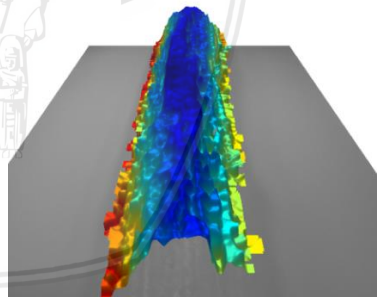
(c)



(d)



(e)



(f)

Gambar 4.4 Hasil uji TMS (a) Nilai kuat tarik tertinggi (b) 3D nilai kuat tertinggi (c) Nilai kuat tarik terendah (d) 3D nilai kuat tarik terendah (e) Tanpa perlakuan dan (f) 3D tanpa perlakuan.

Tabel 4.2 Nilai Kekasaran Permukaan Serat Sabut Kelapa Tanpa Perlakuan dengan Kuat Tarik Maksimum dan Minimum

Jenis Sampel	Nilai Kuat Tarik	Nilai Kekasaran
Kuat Tarik Tertinggi	325 Mpa	2,96 μm
Kuat Tarik Terendah	171,27 Mpa	2,22 μm
Tanpa Perlakuan	175,33 Mpa	1,0 μm

Gambar 4.4 (a) merupakan hasil analisa dari pengujian TMS pada serat kelapa dengan hasil dari kuat tarik yang tertinggi yaitu 325 MPa yang didapatkan hasil dari kekasarannya adalah 2,96 μm . dan untuk Gambar 4.4 (b) adalah hasil dari gambar 3D dari hasil kekasaran nilai kuat tertinggi.

Gambar 4.4 (c) merupakan hasil analisa dari pengujian TMS pada serat kelapa dengan hasil kuat tarik yang terendah yaitu 171,27 MPa yang didapatkan hasil dari nilai kekasarannya adalah 2,22 μm . Untuk Gambar 4.4 (d) adalah hasil Gambar 3D dari pengujian kekasaran menggunakan TMS dengan nilai kuat tarik terendah.

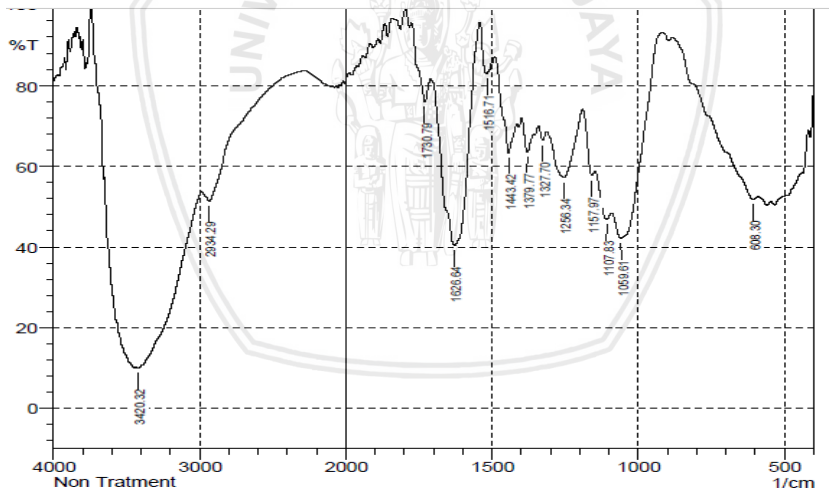
Gambar 4.4 (e) merupakan hasil dari analisis pengujian TMS pada serat dengan tanpa perlakuan didapatkan hasil kekasarannya bernilai 1,0 μm . Gambar 4.4 (f) adalah hasil gambar 3D dari pengujian kekasaran menggunakan TMS dari serat tanpa perlakuan.

Dari hasil nilai kekasaran yang sudah didapatkan seperti tertera pada Tabel 4.2 dapat terlihat bahwa hasil pengujian dari nilai kuat tarik terendah dan tertinggi mengalami perubahan yang signifikan. Nilai kekasaran dari sampel tanpa perlakuan adalah yang paling kecil. Hal ini membuktikan bahwa sampel yang telah mendapatkan pancaran gelombang mikro akan mendegradasi

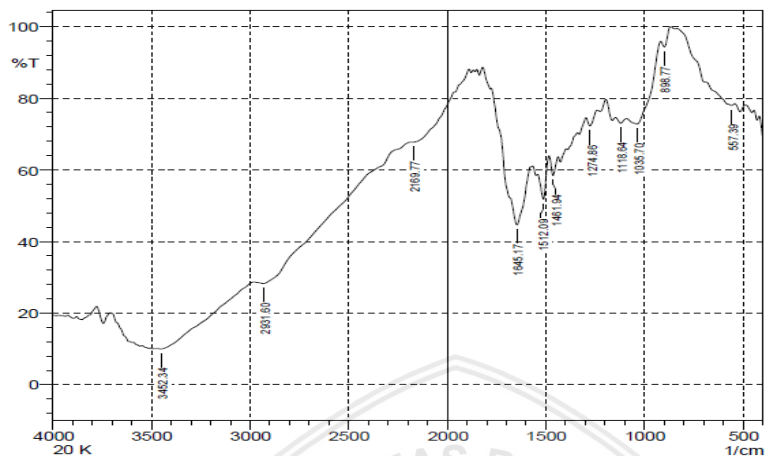
lapisan dari serat sabut kelapa yang membuat kekasarannya semakin meningkat.

4.2.4 Uji *Fourier Transform Infra – Red (FTIR)*

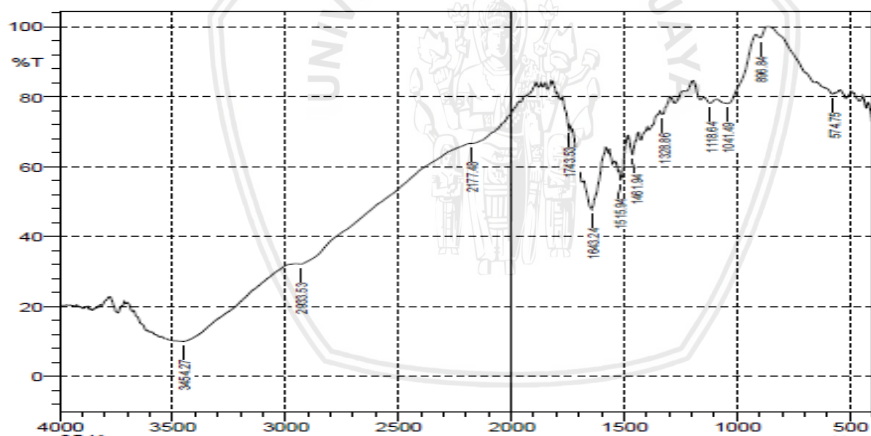
Analisis FTIR digunakan untuk mengidentifikasi perubahan gugus fungsi serat kelapa berdasarkan bilangan gelombang. Hasil uji FTIR pada serat kelapa ditunjukkan oleh Gambar 4.5.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.5 Hasil Uji FTIR (a)Serat tanpa perlakuan; (b)Serat yang diberi perlakuan dengan nilai kuat tarik maksimum dan (c)Serat yang diberi perlakuan dengan nilai kuat tarik minimum.

Tabel 4.3 Daerah serapan infra merah (IR) pada serat sabut kelapa tanpa perlakuan

Jenis Ikatan	Bilangan Gelombang (cm⁻¹)	Intensitas Transmisi (%)
O-H Bending	608,30	51.759
C-O Stretching ; C-H Vibration	1059.61	42.082
	1107.83	46.775
	1157.97	57.702
	1256.34	57.195
C-H Wagging	1327.70	66.370
C-H Bending	1379.77	63.563
	1443.42	63.309
C=C Aromatic Stretching	1516.71	82.923
	1626.64	40.392
C=O Stretching	1730.79	75.934
C-H Stretching	2934.29	51.385
O-H Stretching	3420.32	10,000

Tabel 4.4 Daerah serapan infra merah (IR) pada serat sabut kelapa pada nilai kuat tarik maksimum dan minimum

Jenis Ikatan	Sampel dengan nilai kuat tarik maksimum		Sampel dengan nilai kuat tarik minimum	
	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Intensitas (%)	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Intensitas (%)
O-H Bending	557,39	77,980	574,75	80,791
C-H Bending	898,77	94,326	896,84	96,828
C-O Stretching	1035,70	72,814	1041,49	78,080
	1118,64	73,048	1118,64	78,105
	1274,86	72,286	1328,86	74,883
C-H Bending	1461,94	58,418	1461,94	63,404
C=C Aromatic Stretching	1512,09	51,737	1515,94	56,176
	1645,17	44,684	1643,24	47,731
C=O Stretching	-	-	1743,53	70,767
C≡C atau C≡O	2169,77	67,775	2177,48	66,606
C-H Stretching	2931,60	28,280	2933,53	32,097
O-H Stretching	3452,34	10,000	3454,27	10,000

Berdasarkan data FTIR dari Tabel 4.3 untuk daerah serapan pada bilangan gelombang 3420,32 cm⁻¹ menunjukkan bahwa terdapat gugus fungsi O-H *stretching* yang mengindikasikan ikatan hidrogen dari senyawa-senyawa lignin pada serat sabut kelapa. Pada perlakuan untuk daya 450 W dengan waktu paparan 20 menit dan 35 menit menunjukkan pergeseran bilangan gelombang menjadi 3452,34 cm⁻¹ dan 3454,27 cm⁻¹. Hal ini

menandakan bahwa ikatan O-H mengalami peregangan akibat pengaruh alkalisasi dari NaOH.

Sedangkan untuk daerah serapan dengan bilangan gelombang $1626,64\text{ cm}^{-1}$ untuk sampel tanpa perlakuan menunjukkan adanya gugus fungsi C=C aromatik yang mengindikasikan senyawa lignin pada serat sabut kelapa. Pada sampel dengan daya 450 W dengan waktu paparan 20 menit gugus fungsi ini ditunjukkan pada bilangan gelombang $1645,17\text{ cm}^{-1}$. Sedangkan untuk waktu 35 menit ditunjukkan dengan bilangan gelombang $1643,24\text{ cm}^{-1}$. Pergeseran *peak* ini mengindikasikan adanya interaksi antara gugus hidroksil dari NaOH dengan ikatan hidrogen dari senyawa lignin. Akan tetapi, proses alkalisasi dengan paparan gelombang mikro ini hanya mampu mengurangi kandungan lignin, tidak mampu menghilangkan seluruh kandungan lignin pada serat sabut kelapa.

Dari Tabel 4.4 perbedaan antara sampel tanpa perlakuan dengan sampel bernilai kuat tarik maksimum dan minimum terletak pada nilai intensitas transmisi yang meningkat sedangkan daerah serapannya tidak jauh berbeda, hal ini dikarenakan kedua sampel sama-sama berada pada larutan NaOH 1,5% dengan daya 450 W sehingga secara gugus fungsi tidak terlalu jauh berbeda. Pada waktu 35 menit efek degradasi termal yang berlebihan terlihat dari *peak* yang mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan gugus fungsi yang terdapat pada bilangan gelombang tersebut semakin berkurang. Hal ini juga yang memberikan nilai kekasaran yang semakin tinggi karena proses degradasi serat sabut kelapa pada permukaan terjadi dalam jumlah yang lebih banyak.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan bahwa perlakuan alkalisasi NaOH dengan konsentrasi 1,5% bersamaan dengan paparan gelombang mikro dapat meningkatkan sifat mekanik dan kekasarannya dari serat sabut kelapa. Untuk kuat tarik sebelum perlakuan adalah 175,33 MPa dan setelah diberikan perlakuan kuat tarik dari serat meningkat. Kekuatan tarik tertinggi adalah 325 MPa dengan perlakuan daya 450 watt dengan waktu 20 menit. Untuk tingkat kekasarannya berdasarkan morfologi dari permukaan dapat ditunjukkan dengan hasil TMS. Untuk hasil perlakuan alkalisasi ini juga di tandai dengan pemutusan ikatan O-H yang dapat mengurangi kadar lignin yang dianalisa dengan FTIR.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan uji kadar kelembaban pada serat dan uji kadar lignin sebelum diberi perlakuan dan setelah perlakuan agar dapat mengetahui perubahan komposisi seratnya. Serta dilakukan pengujian SEM guna mengetahui struktur mikro dari serat tunggal sehingga bisa dilihat perbandingannya antara sebelum diberi perlakuan dan sesudahnya.



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Allorerung, D., Mahmud, Z., Wahyudi., Novarianto, H., dan Luntungan, H.T. 2005. *Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Kelapa*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Hal 1-38.
- Arsyad, M. (2015). *Karakteristik Sifat Mekanik Serat Sabut Kelapa (Cocos Nucifera) Hasil Perlakuan Kimia*. Program Doktor Teknik Mesin Minat Teknik Material, Universitas Brawijaya, Malang.
- Ayu, Raflesia Sekar. 2018. *Pengaruh Alkalisasi Dengan Larutan NaOH dan Pengeringan Dengan Microwave Terhadap Perubahan Sifat Mekanik Serat Sabut Kelapa*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Bismarck, A., Mishra, S., Lampke, T. 2005. *Plant Fibers as Reinforcement for Green Composites*. In: Mohanty, A.K., Misra, M., and Drzal, L.T. (Ed.), *Natural Fibers, Biopolymer, and Biocomposites*. Boca Raton: CRC Press Taylor and Francis group.
- Callister, W. D. 2004. *Material Science and Engineering: An Introduction*. New York: John Wiley & Sons.
- Carrijo, O.A., Liz, R.S., Makishima, N. 2002. *Fiber of Green Coconut shell as Agriculture substratum*. Brazilian Horticulture. Vol. 20.533-535.
- Center for Material Fabrication. 1993. *Industrial Microwave Heating Applications*. Jurnal Techommentary. Vol. 4, No. 3.3-6.
- Ethaib, S., Omar, R., Mustapa Kamal, S., dan Radiah, D. (2015). Microwave-assisted pretreatment of lignocellulosic biomass: A review. *Journal of Engineering Science and Technology*, 10, 97–109.
- Fengel, Dietrich dan Wegener Gerd. 1984. *Wood: Chemistry, Ultrastructure, and Reactions*. California: W. de Gruyter.

- Gadelmawla, E. S., Koura, M. M., Maksoud, T. M. A., Elewa, I. M., dan Soliman, H. H. (2002). Roughness parameters. *Journal of Materials Processing Technology*, 123, 133–145.
- Hariono, B. 2009. *Mikroskop Elektron Pengenalan dan Teknik Preparasi*. Yogyakarta: Kanisius.
- Hendayana, S. 1994. *Kimia Analisis Instrumen*. Semarang: IKIP Semarang Press.
- Ibrahim, M. 1998. *Clean Fraction of Biomass-Steam Explosion and Extraction*. Faculty of The Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Isroi. 2008. *Kompos*. Bogor: Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia.
- Jamasri, Diharjo, K., Handiko, G. W., 2005. *Studi Perlakuan Alkali Terhadap Sifat Tarik Komposit Limbah Serat Sawit – Polyester*. Bali: Prosiding SNTTM IV, Universitas Udayana.
- Kusnandar, F. 2010. *Mengenal Serat Pangan*. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, IPB. <http://itp.fateta.ipb.ac.id/> Diakses tanggal 11 November 2018.
- Mayati, B., Sonief A.A., & Wahyudi S. 2011. *Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik*. *Jurnal Rekayasa Mesin*. Vol.2, No. 2. Hal 123-129.
- McDonald, P., Edwards, R.A. Edwards, J.F.D. Greenhalgh., 2002. *Animal Nutrition 6th Edition*. Longman, London and New York. 543.
- Oksman, K., Skrifvars, M., Selin, J-F. 2003. *Natural Fiber as Reinforcement in Polylactic Acid (PLA) Composites*. *Composites Science and Technology* 63, Sciencedirect.com, 1317-1324.
- Pustekkom. 2007. *Oven Microwave*. http://www.edukasi.net/pengpop/pp_full.php?ppid=273&fname=semua.html. Diakses pada 10 Desember 2018.

- Rodiawan., Suhdi., dan Rosa, F. 2016. *Analisa Sifat-Sifat Serat Alam Sebagai Penguat Komposit Ditinjau Dari Kekuatan Mekanik*. Jurnal Teknik Mesin. Vol. 5, No. 1. Hal 39-43.
- Satyanarayana, K. G., dkk, 1982. *Structure Property Studies of Fibres From Various Parts of The Coconut Tree*. Journal of Material Science.17, India.
- Setyahandana, B., Martanto, Agusulistyo, R. D., dan Utomo, A. B. S. (2013). Sistem Interferometer Michelson untuk Mengukur Regangan pada Mesin Uji Tarik. *Jurnal Teknik Mesin*, 14(2), 64–70.
- Summerscales, 2010. *A review of bast fibres and their composites. Part 1 – Fibres as reinforcements*. Compos. Part A Appl. Sci. Manuf. 41,1329–1335.
- Surya, Indra dan Suhendar.2016. *Sifat Mekanis Komposit Serat Acak Limbah Sabut Kelapa Bermatriks Polyester Resin*.Jurnal Teknik Mesin. Vol. 2, No. 1.Hal 37-48.
- Taherzadeh M.J. 1999. *Ethanol from Lignocellulose: Physiological Effects of Inhibitors and Fermentation Strategies*. [thesis].Göteborg: Department of Chemical Reaction Engineering, Chalmers University Of Technology.
- Taylor, M. 2005. *Developments in Microwave Chemistry*.Evalueserve.All Right Reserved.
- Wardhani, I.S. 2004.*Distribution of Chemical Compounds of Coconut Wood (Cocos nucifera L.)*, Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis, Vol.2, No.1.
- Young, R. 1986. *Cellulosa Structure Modification and Hydrolysis*. New York.

Lampiran 1 Notasi Perlakuan

NO	NOTASI	PERLAKUAN
1.	TP	Tanpa Perlakuan
2.	A1	Alkalisasi 1,5% NaOH dengan Daya <i>microwave</i> 100 watt dan waktu 5 menit
3.	A2	Alkalisasi 1,5% NaOH dengan Daya <i>microwave</i> 100 watt dan waktu 10 menit
4.	A3	Alkalisasi 1,5% NaOH dengan Daya <i>microwave</i> 100 watt dan waktu 15 menit
5.	A4	Alkalisasi 1,5% NaOH dengan Daya <i>microwave</i> 100 watt dan waktu 20 menit
6.	A5	Alkalisasi 1,5% NaOH dengan Daya <i>microwave</i> 100 watt dan waktu 25 menit
7.	A6	Alkalisasi 1,5% NaOH dengan Daya <i>microwave</i> 100 watt dan waktu 30 menit
8.	A7	Alkalisasi 1,5% NaOH dengan Daya <i>microwave</i> 100 watt dan waktu 35 menit
9.	B1	Alkalisasi 1,5% NaOH dengan Daya <i>microwave</i> 300 watt dan waktu 5 menit
10.	B2	Alkalisasi 1,5% NaOH dengan Daya <i>microwave</i> 300 watt dan waktu 10 menit
11.	B3	Alkalisasi 1,5% NaOH dengan Daya <i>microwave</i> 300 watt dan waktu 15 menit

12.	B4	Alkalisasi 1,5% NaOH dengan Daya <i>microwave</i> 300 watt dan waktu 20 menit
13.	B5	Alkalisasi 1,5% NaOH dengan Daya <i>microwave</i> 300 watt dan waktu 25 menit
14.	B6	Alkalisasi 1,5% NaOH dengan Daya <i>microwave</i> 300 watt dan waktu 30 menit
15.	B7	Alkalisasi 1,5% NaOH dengan Daya <i>microwave</i> 300 watt dan waktu 35 menit
16.	C1	Alkalisasi 1,5% NaOH dengan Daya <i>microwave</i> 450 watt dan waktu 5 menit
17.	C2	Alkalisasi 1,5% NaOH dengan Daya <i>microwave</i> 450 watt dan waktu 10 menit
18.	C3	Alkalisasi 1,5% NaOH dengan Daya <i>microwave</i> 450 watt dan waktu 15 menit
19.	C4	Alkalisasi 1,5% NaOH dengan Daya <i>microwave</i> 450 watt dan waktu 20 menit
20.	C5	Alkalisasi 1,5% NaOH dengan Daya <i>microwave</i> 450 watt dan waktu 25 menit
21.	C6	Alkalisasi 1,5% NaOH dengan Daya <i>microwave</i> 450 watt dan waktu 30 menit
22.	C7	Alkalisasi 1,5% NaOH dengan Daya <i>microwave</i> 450 watt dan waktu 35 menit

Lampiran 2 Perhitungan

B.1 Perhitungan massa zat terlarut

$$\text{Konsentrasi NaOH} = \frac{mt}{mt + (vp \times pp)}$$

B.2 Perhitungan untuk konsentrasi 1,5%

$$\frac{1,5}{100} = \frac{mt}{mt + (400 \times 1)}$$

$$1,5mt + 600 = 100mt$$

$$mt = 6,09 \text{ gram}$$

TABEL B.2.1 PERHITUNGAN KUAT TARIK DAYA 100 WATT

No	Daya	Nama Sampe	Diame ter (μm)	A(m ²) (10 ⁻⁶)	F _{max} (N)	σ (MPa)	σ rata-rata (MPa)
1	100 Watt	A1A	213,78	0,035894179	7,26	202,2612067	179,1179 031
2		A1B	205,28	0,033096583	6,29	190,0498302	
3		A1C	212,21	0,035368902	5,13	145,0426724	
4		A2A	213,36	0,03575328	7,43	207,8131029	179,0511 986
5		A2B	214,9	0,036271266	5,32	146,6725761	
6		A2C	217,71	0,037226023	6,8	182,6679167	
7		A3A	211,05	0,034983285	9,13	260,9817766	192,3069 748
8		A3B	213,71	0,035870677	5,39	150,2620104	
9		A3C	216,87	0,036939315	6,12	165,6771373	
10		A4A	218,94	0,037647844	6,31	167,6058799	212,6817 606
11		A4B	209,9	0,03460308	9,34	269,9181681	
12		A4C	219,82	0,037951093	7,61	200,5212339	
13		A5A	217,5	0,037154242	4,03	108,4667537	216,3153 711
14		A5B	214,85	0,03625439	9,05	249,6249448	
15		A5C	216,83	0,03692569	10,7 4	290,8544149	
16		A6A	220,53	0,038196647	5,61	146,871532	190,4693 837
17		A6B	214,12	0,036008444	6,54	181,6240675	
18		A6C	211,82	0,035239019	8,56	242,9125516	
19		A7A	220,33	0,038127396	6,07	159,2031076	185,8331 521
20		A7B	217,25	0,037068879	4,16	112,223518	
21		A7C	210,44	0,034781353	9,95	286,0728306	

TABEL B.2.1 PERHITUNGAN KUAT TARIK DAYA 300 WATT

No	Daya	Nama Sampe	Diame ter (μm)	A(m ²) (10 ⁻⁶)	F _{max} (N)	σ (MPa)	σ rata-rata (MPa)
1	300 Watt	B1A	217,54	0,037167909	5,28	142,0580316	183,7941 637
2		B1B	218,21	0,037397208	5,91	158,0331879	
3		B1C	218,47	0,03748638	9,42	251,2912716	
4		B2A	217,4	0,037120085	5,83	157,0578304	191,9933 686
5		B2B	219,75	0,037926926	5,73	151,0799989	
6		B2C	218,9	0,037634089	10,08	267,8422765	
7		B3A	218,26	0,037414348	5,61	149,942476	193,9937 966
8		B3B	219,84	0,037957999	5,21	137,2569712	
9		B3C	219,65	0,037892416	11,17	294,7819426	
10		B4A	218,22	0,037400636	13,19	352,6678022	221,6112 677
11		B4B	219,17	0,037726985	6,55	173,615783	
12		B4C	217,97	0,03731499	5,17	138,550218	
13		B5A	219,88	0,037971813	10,67	280,9979047	229,2165 112
14		B5B	219,24	0,037751088	9,92	262,7738862	
15		B5C	218,4	0,037462361	5,39	143,8777428	
16		B6A	218,83	0,037610023	7,12	189,3112363	195,8137 772
17		B6B	216,39	0,03677598	7,68	208,8319601	
18		B6C	218,53	0,037506973	7,1	189,2981353	
19		B7A	216,58	0,03684059	7,62	206,8370768	187,3230 01
20		B7B	219,65	0,037892416	8,48	223,7914837	
21		B7C	216,61	0,036850797	4,84	131,3404426	

TABEL B.2.1 PERHITUNGAN KUAT TARIK DAYA 450 WATT

No	Daya	Nama Sampe	Diame ter (μm)	A(m ²) (10 ⁻⁶)	F _{max} (N)	σ (MPa)	σ rata-rata (MPa)
1	450 Watt	C1A	219,44	0,037819995	5,87	155,2089035	200,894 04
2		C1B	217,57	0,037178161	5,29	142,2878336	
3		C1C	219,61	0,037878616	11,56	305,1853829	
4		C2A	218,7	0,037565351	7,61	202,5802997	235,882 7603
5		C2B	216,91	0,036952943	11,56	312,8302949	
6		C2C	216,7	0,036881426	7,09	192,2376865	
7		C3A	220,15	0,038065125	10,42	273,7413836	254,162 7151
8		C3B	216,93	0,036959758	11,68	316,0193889	
9		C3C	220,57	0,038210504	6,6	172,727373	
10		C4A	216,28	0,0367386	12,64	344,0523042	325,004 5476
11		C4B	216,93	0,036959758	9,85	266,5060771	
12		C4C	217,17	0,037041583	13,5	364,4552616	
13		C5A	216,28	0,0367386	6,58	179,1031773	250,094 4789
14		C5B	216,19	0,036708031	9,01	245,4503787	
15		C5C	217,3	0,037085944	12,08	325,7298807	
16		C6A	219,78	0,037937283	11,64	306,8221867	236,905 5886
17		C6B	216,12	0,036684263	8,06	219,7127413	
18		C6C	218,56	0,037517271	6,91	184,1818377	
19		C7A	220,73	0,03826596	6,47	169,0797795	171,267 4434
20		C7B	215,05	0,036321918	7,58	208,6894193	
21		C7C	220,19	0,038078959	5,18	136,0331314	

TABEL B.3 PERHITUNGAN REGANGAN

No	Nama Sampel	Lo (cm)	L (cm)	ϵ (%) ($\times 10^2$)	ϵ rata-rata (%) ($\times 10^2$)
1	TP1	10,1	12,4	0,227722772	0,248415842
2	TP2	10	12,7	0,27	
3	TP3	10,1	12,6	0,247524752	
4	A1A	9,5	12,4	0,305263158	0,245795605
5	A1B	9,3	10,8	0,161290323	
6	A1C	9,6	12,2	0,270833333	
7	A2A	9,2	11,4	0,239130435	0,254574783
8	A2B	9,4	11,4	0,212765957	
9	A2C	9,3	12,2	0,311827957	
10	A3A	9,3	11,5	0,23655914	0,264165332
11	A3B	9,3	11,7	0,258064516	
12	A3C	9,4	12,2	0,29787234	
13	A4A	9,4	11,7	0,244680851	0,266910699
14	A4B	9,4	12,1	0,287234043	
15	A4C	9,3	11,8	0,268817204	
16	A5A	9,4	11,8	0,255319149	0,290780142
17	A5B	9,4	12,4	0,319148936	
18	A5C	9,4	12,2	0,29787234	
19	A6A	9,4	11,6	0,234042553	0,304688397
20	A6B	9,5	13,1	0,378947368	
21	A6C	9,3	12,1	0,301075269	
22	A7A	9,4	11,9	0,265957447	0,296537787
23	A7B	9,3	12	0,290322581	
24	A7C	9,3	12,4	0,333333333	
25	B1A	9,4	11,7	0,244680851	0,250019065
26	B1B	9,3	12,1	0,301075269	
27	B1C	9,3	11,2	0,204301075	

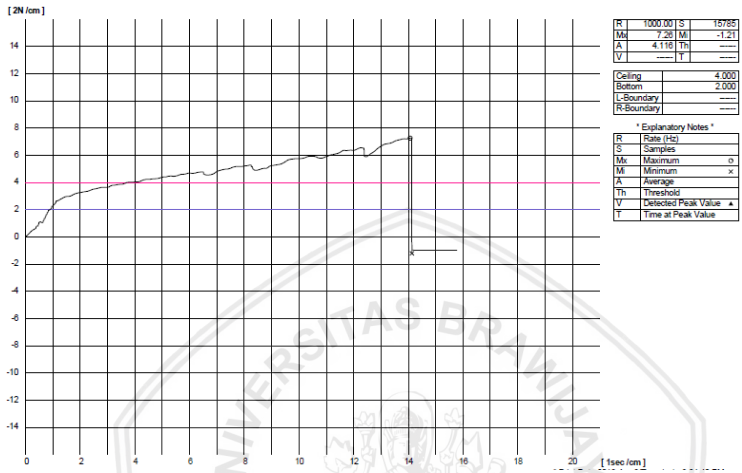
28	B2A	9,4	11,9	0,265957447	0,255319149
29	B2B	9,4	11,8	0,255319149	
30	B2C	9,4	11,7	0,244680851	
31	B3A	9,5	12,3	0,294736842	0,273703652
32	B3B	9,4	11,9	0,265957447	
33	B3C	9,6	12,1	0,260416667	
34	B4A	9,5	11,9	0,252631579	0,28174692
35	B4B	9,5	12,3	0,294736842	
36	B4C	9,4	12,2	0,29787234	
37	B5A	9,4	11,9	0,265957447	0,26159155
38	B5B	9,6	12	0,25	
39	B5C	9,3	11,8	0,268817204	
40	B6A	9,4	12,3	0,308510638	0,288187295
41	B6B	9,3	11,8	0,268817204	
42	B6C	9,4	12,1	0,287234043	
43	B7A	9,5	11,8	0,242105263	0,250055991
44	B7B	9,4	11,9	0,265957447	
45	B7C	9,5	11,8	0,242105263	
46	C1A	9,1	11,7	0,285714286	0,26448035
47	C1B	9,5	12,1	0,273684211	
48	C1C	9,4	11,6	0,234042553	
49	C2A	9,6	12,2	0,270833333	0,275742584
50	C2B	9,3	12,1	0,301075269	
51	C2C	9,4	11,8	0,255319149	
52	C3A	9,4	12,2	0,29787234	0,302447952
53	C3B	9,4	12,4	0,319148936	
54	C3C	9,3	12	0,290322581	
55	C4A	9,3	12,3	0,322580645	0,309654541
56	C4B	9,4	12,1	0,287234043	

57	C4C	9,4	12,4	0,319148936	
58	C5A	9,4	12,2	0,29787234	0,27491802
59	C5B	9,3	11,5	0,23655914	
60	C5C	9,3	12	0,290322581	
61	C6A	9,4	12,1	0,287234043	0,321551132
62	C6B	9,3	12,8	0,376344086	
63	C6C	9,3	12,1	0,301075269	
64	C7A	9,3	12,2	0,311827957	0,265232975
65	C7B	9,3	11,6	0,247311828	
66	C7C	9,3	11,5	0,23655914	

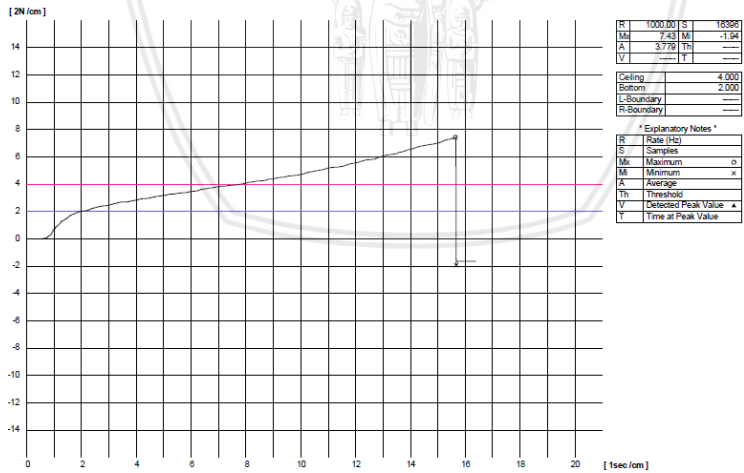


Lampiran 3 Gambar

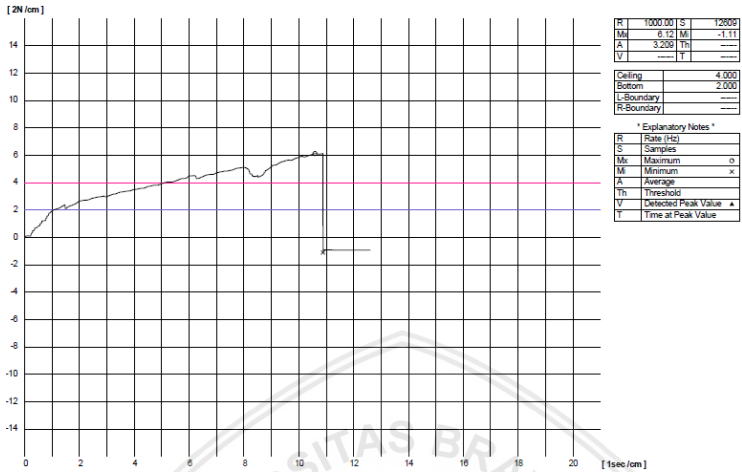
Gambar C.1 Grafik Hasil Uji Tarik



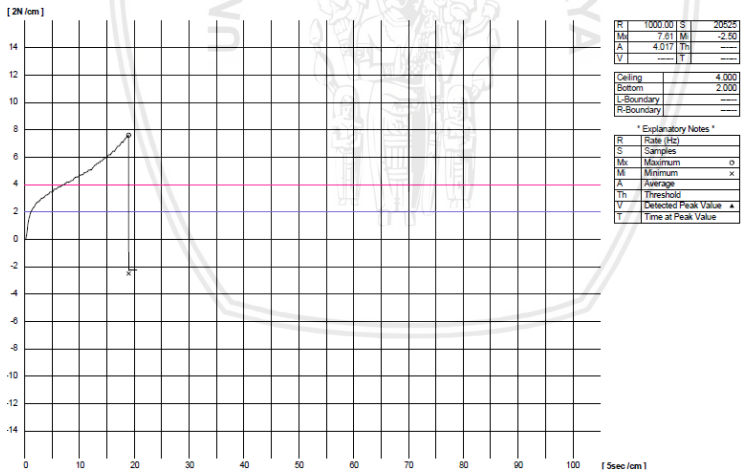
A1A



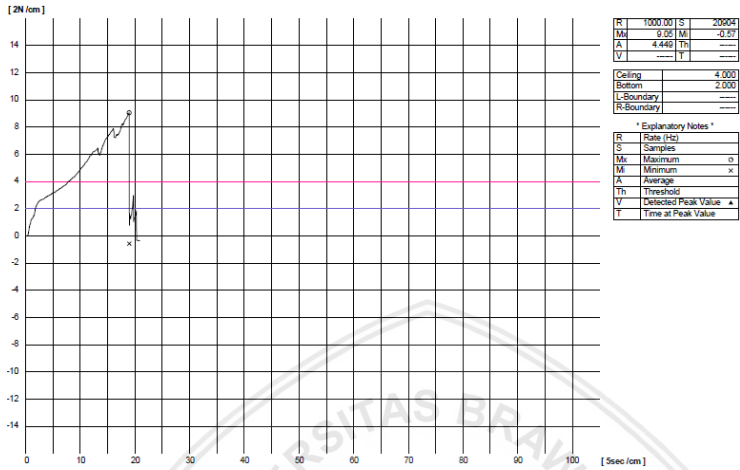
A2A



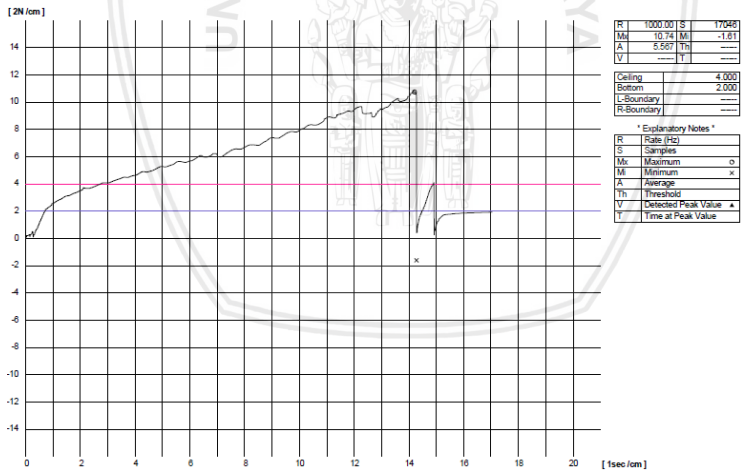
A3C



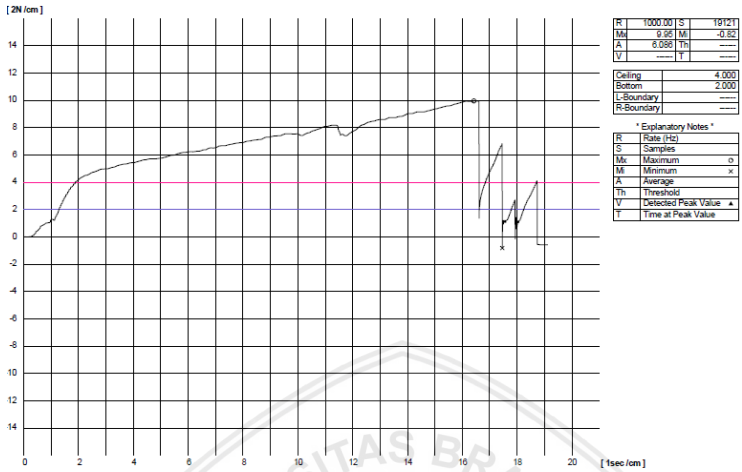
A4C



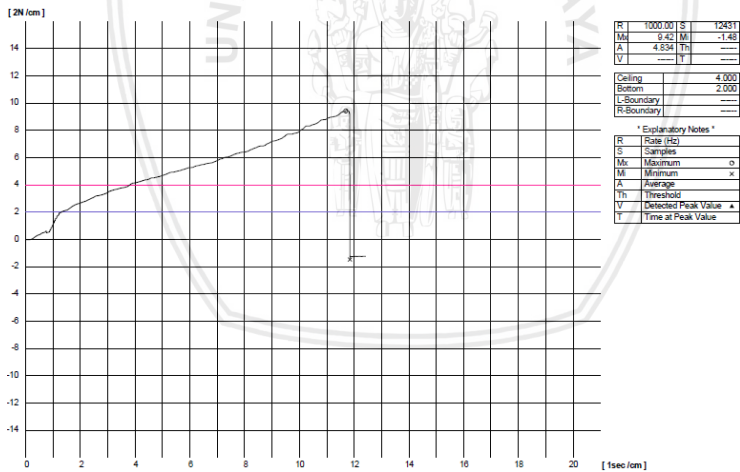
A5B



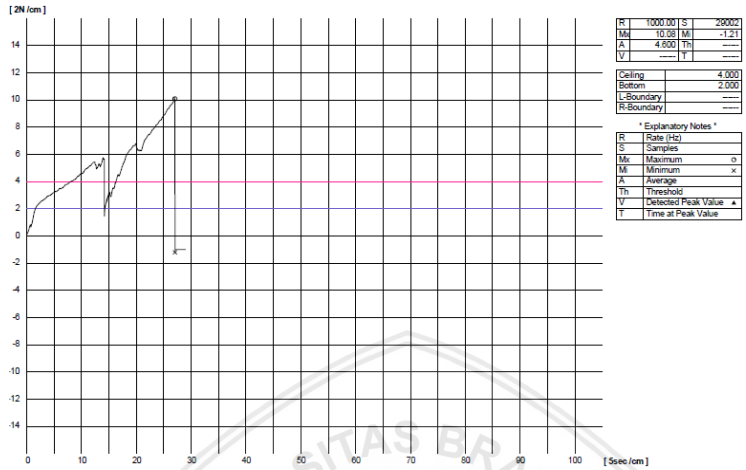
A6C



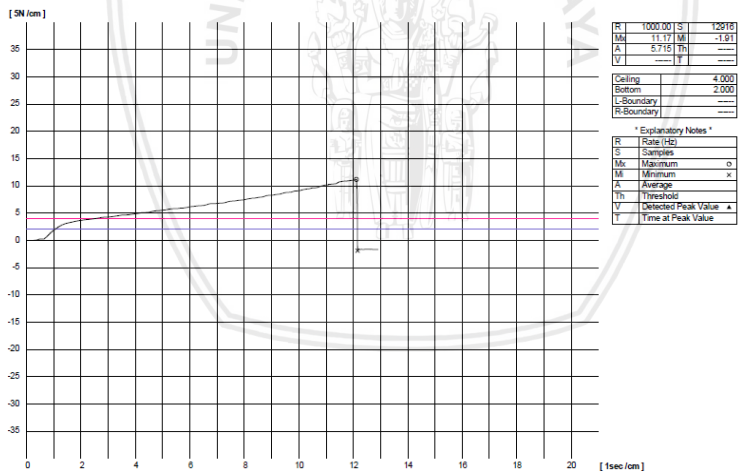
A7C



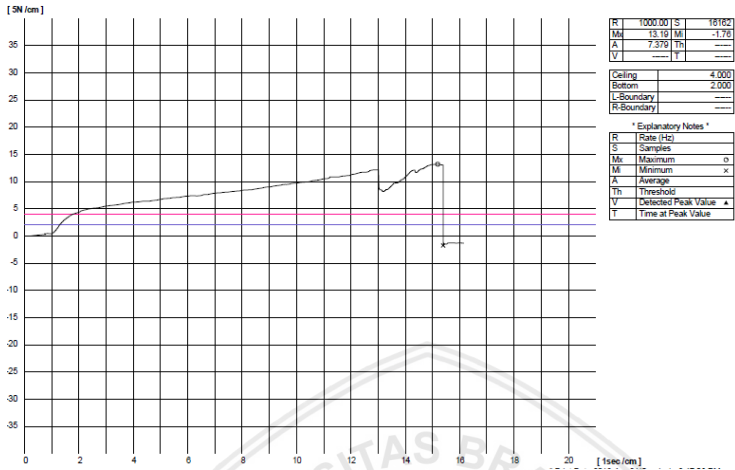
BIC



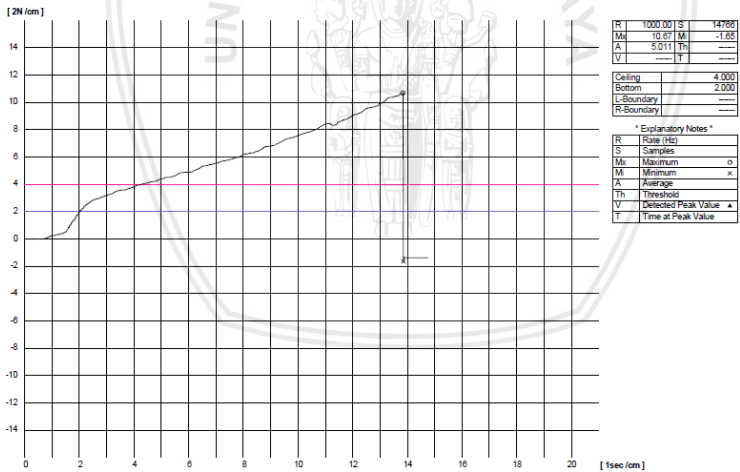
B2C



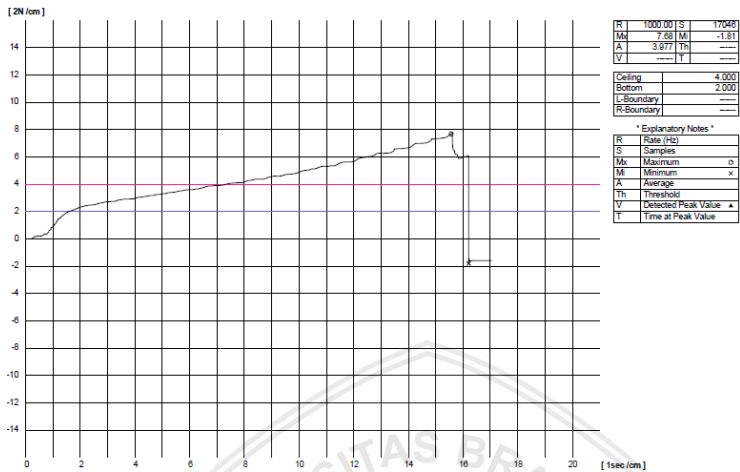
B3C



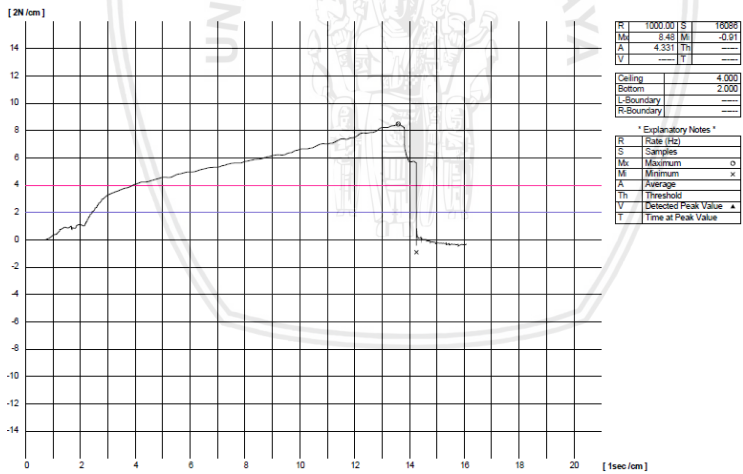
B4A



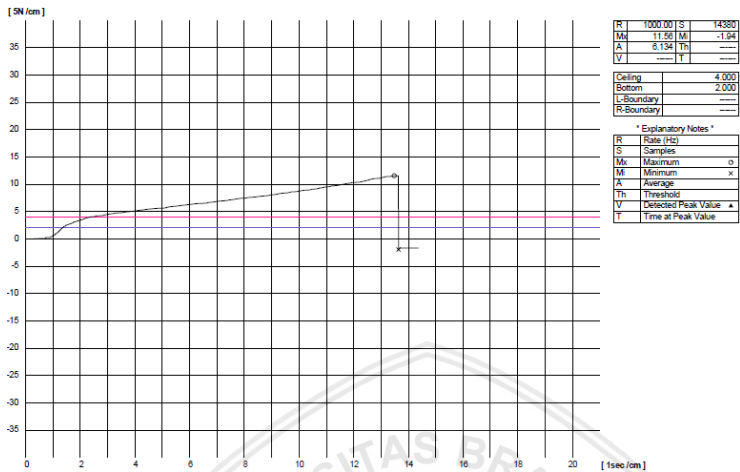
B5A



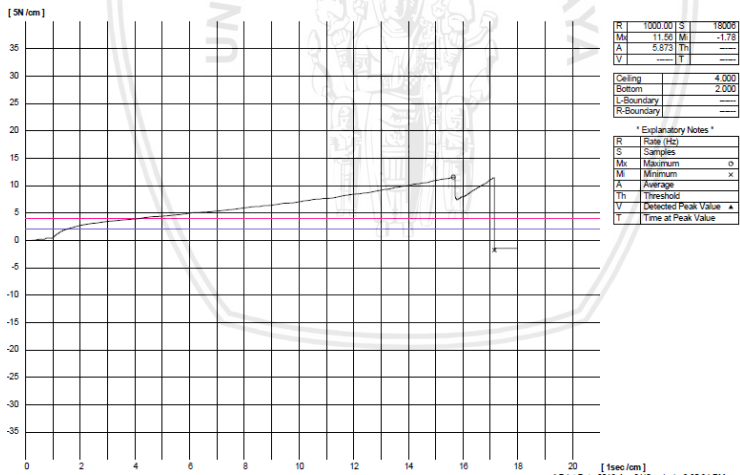
B6B



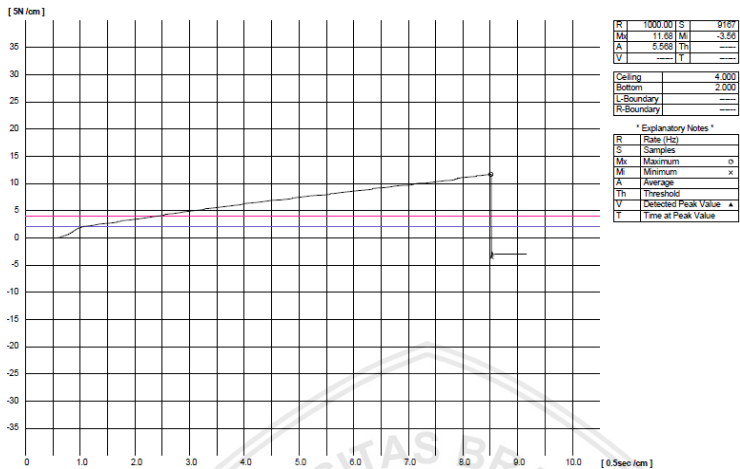
B7B



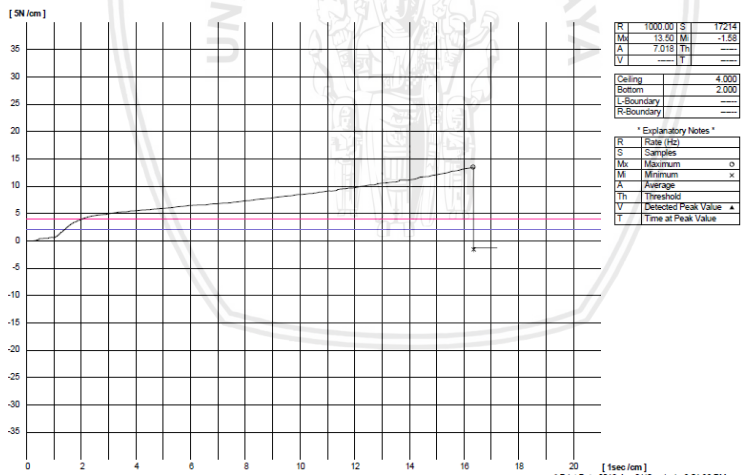
CIC



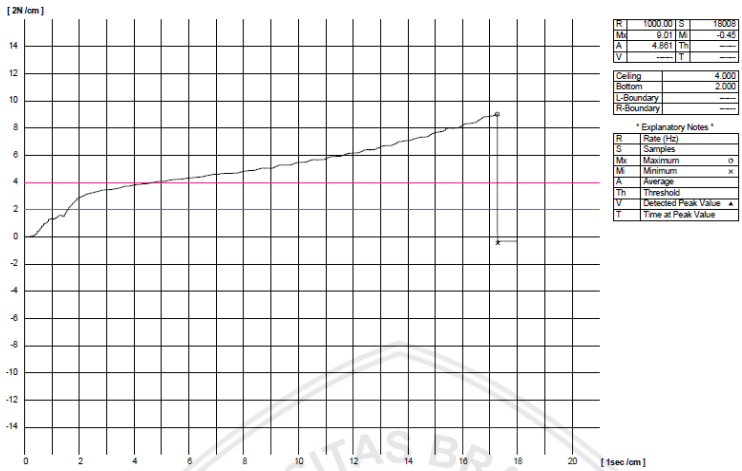
C2B



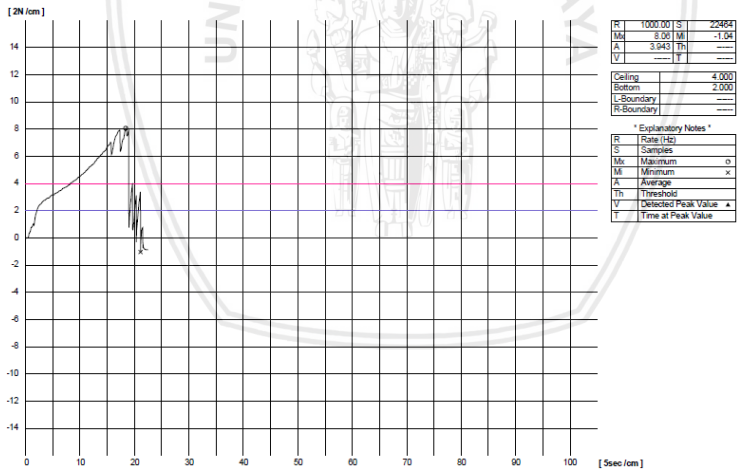
C3B



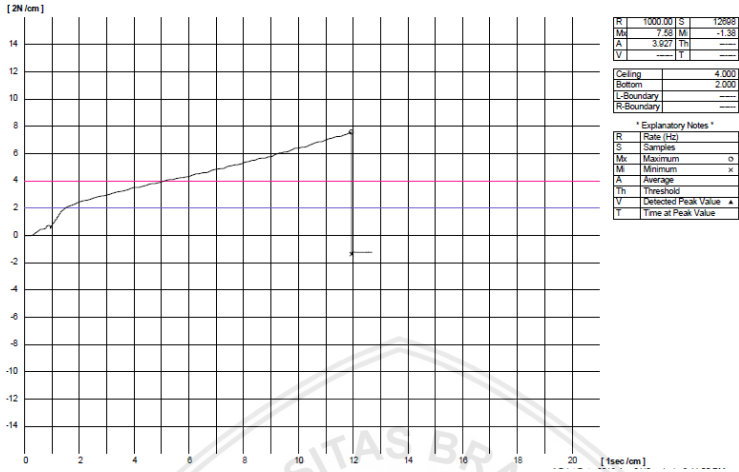
C4C



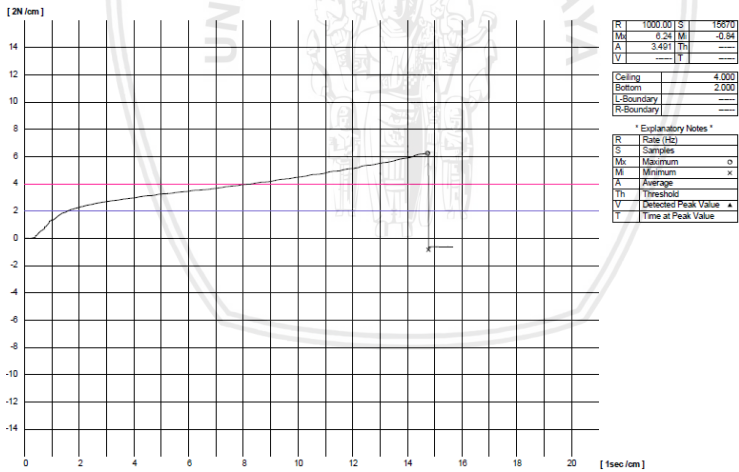
C5B



C6B

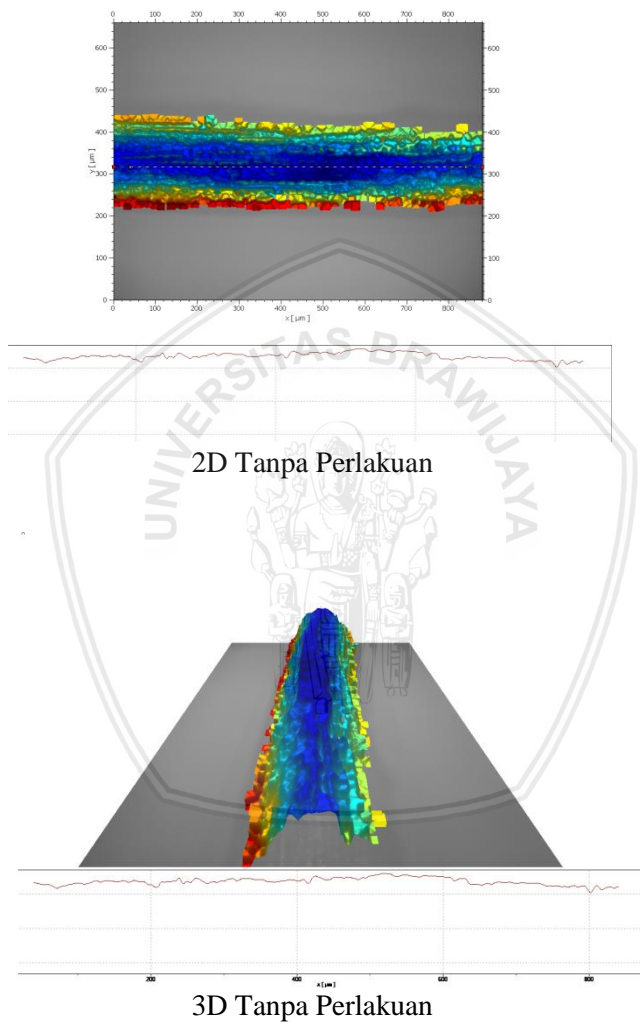


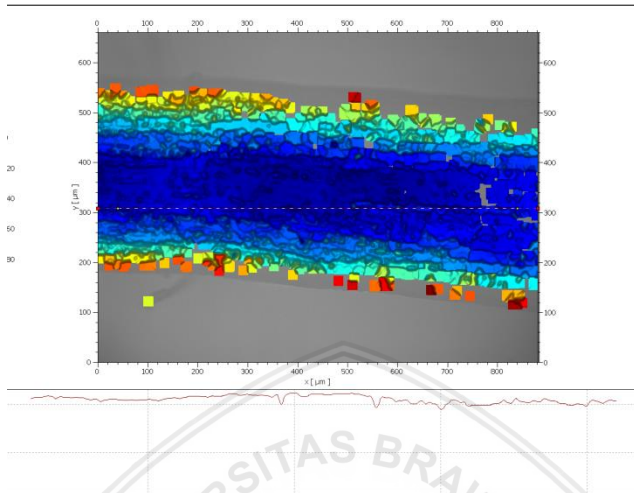
C7B



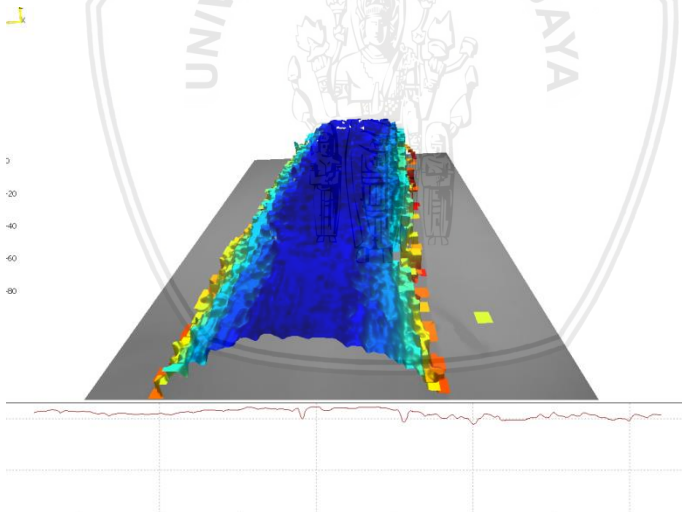
TP2

Gambar C.2 Hasil Uji TMS

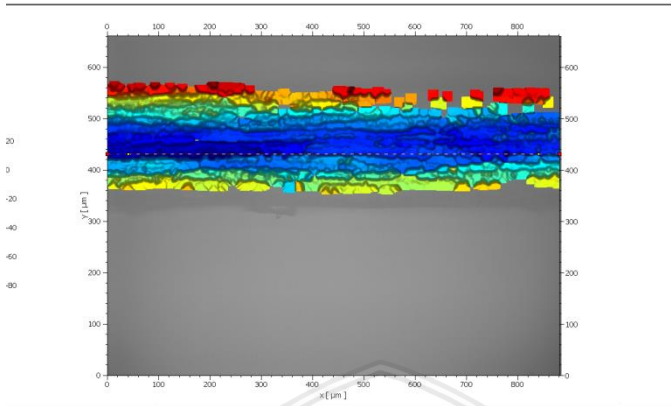




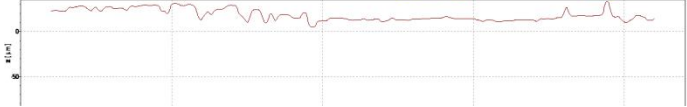
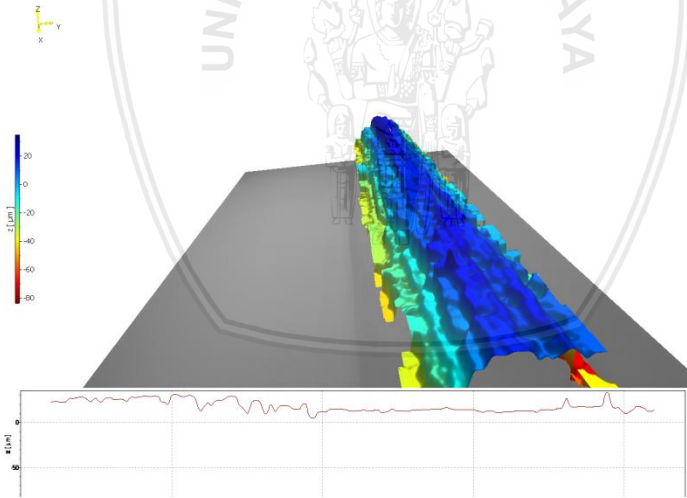
2D Kuat Tarik Maksimum



3D Kuat Tarik Maksimum

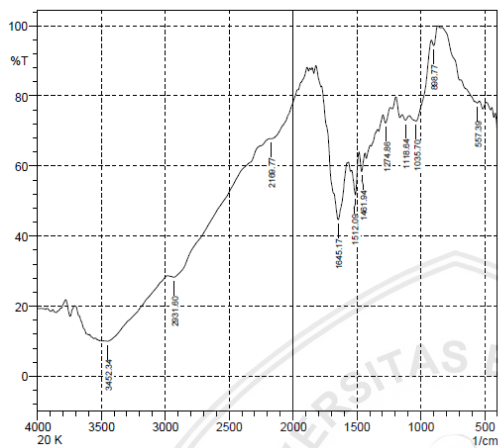


2D Kuat Tarik Minimum



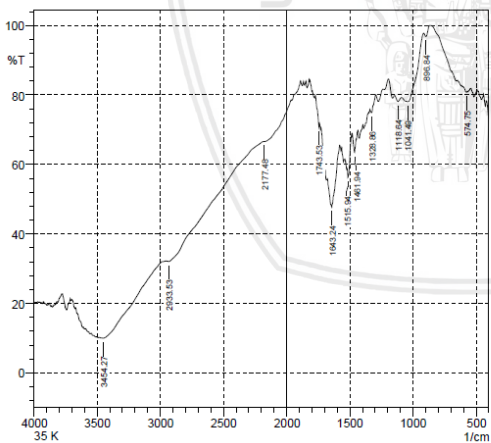
3D Kuat Tarik Minimum

Gambar C.3 Hasil Uji FTIR



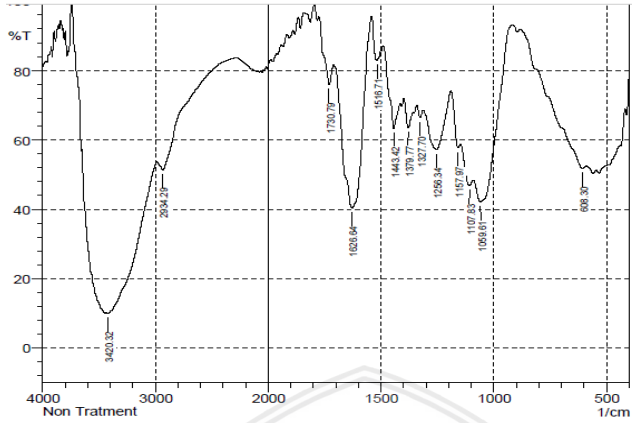
	Peak	Intensity	Corr. Inte	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Are
1	557.39	77.98	0.485	576.68	541.98	3.705	0.047
2	895.77	94.326	2.997	916.12	865.98	0.779	0.323
3	1035.7	72.814	8.243	1099.71	916.12	17.722	4.976
4	1118.84	73.046	1.457	1145.84	1099.71	7.393	0.233
5	1274.86	72.289	3.06	1296.08	1238.21	7.53	0.51
6	1461.84	58.418	5.403	1483.16	1436.87	9.879	0.848
7	1512.09	51.737	9.628	1541.02	1483.16	14.236	1.943
8	1645.17	44.804	23.633	1776.32	1577.98	47.598	17.872
9	2169.77	67.775	0.767	2181.34	1983.4	30.037	2.209
10	2931.6	28.28	2.871	2981.74	2183.27	260.831	3.653
11	3452.34	10	0.626	3465.84	2983.67	362.399	1.722

Kuat Tarik Maksimum



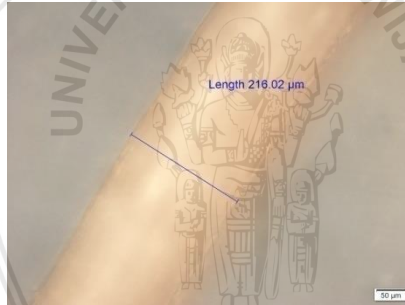
	Peak	Intensity	Corr. Inte	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Are
1	574.75	80.791	0.54	603.68	568.95	3.995	0.081
2	899.84	96.828	1.806	916.12	865.98	0.431	0.187
3	1041.49	78.08	6.321	1099.71	916.12	13.321	3.712
4	1118.84	73.105	1.448	1145.84	1099.71	6.715	0.216
5	1326.89	74.893	1.515	1340.43	1315.39	3.052	0.129
6	1461.84	63.404	4.391	1479.3	1450.37	5.301	0.444
7	1515.94	56.176	1.841	1521.73	1510.16	2.768	0.082
8	1643.24	47.731	11.452	1676.93	1581.52	25.14	4.572
9	1743.83	70.767	1.994	1772.46	1739.97	4.099	0.142
10	2177.48	66.606	0.108	2179.41	1965.33	31.958	1.935
11	2933.53	32.097	0.977	2952.81	2183.27	240.171	0.979
12	3454.27	10	0.614	3465.84	2954.74	380.935	1.506

Kuat Tarik Minimum



Tanpa Perlakuan

Gambar C.4 Hasil Pengukuran Diameter Serat



Tanpa Perlakuan



Setelah Perlakuan Perlakuan